

VŠB - Technická universita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Úprava křižovatky silnic II/494, III/49521 a III/49520

Adjustment an Intersection the roads II/494, III/49521 and III/49520

Student:

David Fekete

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Petrů, Ph.D.

Ostrava 2017

Zadání bakalářské práce

Student:

David Fekete

Studijní program:

B3607 Stavební inženýrství

Studijní obor:

3647R020 Dopravní stavby

Téma:

Úprava křižovatky silnic II/494, III/49521 a III/49520
Adjustment an Intersection of the roads II/494, III/49521 and III/49520

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce je variantní návrh rekonstrukce křižovatky silnic II/494, III/49521 a III/49520. Práce bude obsahovat výsledky dopravního průzkumu a analýzu dopravní nehodovosti. Cílem práce je zjištění stávajícího stavu, vyřešení zastávek pro autobusovou dopravu a navržení potřebných opatření na zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu. Návrh bude zpracován na úrovni odpovídající požadavkům studie a dle pokynů vedoucího práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic
2. ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích
3. ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací
4. Technické podmínky Ministerstva dopravy TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích
5. Technické podmínky EDIP TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek
6. Technické podmínky EDIP TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Petrů, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2016

Datum odevzdání: 02.05.2017



Ing. Ivan Fencl, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 2.5.2017

David

podpis studenta

Prohlašuji:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 2.5.2017

Fejfar David

podpis studenta

Anotace

Fekete, David. Úprava křižovatky silnic II/494, III/49521 a III/49520. Bakalářská práce.

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební 2017, 63 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Petřů, Ph.D.

Předmětem bakalářské práce je zhodnocení původního stavu průsečné křižovatky a variantní návrh rekonstrukce silnic II/494, III/49521 a III/49520. Součástí bakalářské práce je provedení dopravního průzkumu včetně analýzy konfliktních situací a analýzy dopravní nehodovosti, ze kterých byly získány údaje o intenzitě dopravy, skladbě dopravních proudů a jejich směrového vedení. Dále byly navrženy tři varianty řešení ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu včetně návrhu zastávek pro autobusovou dopravu. Prvním návrhem jsou dvě odsazené stykové křižovatky. Druhým návrhem je styková a okružní křižovatka. Třetím návrhem jsou dvě odsazené stykové křižovatky, jedna s odbočovacím pruhem vlevo. Všechny varianty byly navrženy s ohledem na návrhová vozidla a rozhledové poměry. Výsledná varianta obsahuje zhodnocení záborů pozemků, vzorové řezy, výkres rozhledových poměrů, ověření vlečných křivek vozidel a orientační odhad nákladů.

Annotation

Fekete, David. Adjustment an Intersection of the roads II/494, III/49521 and III/49520.

VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Civil Engineering, 2017, 63 p. Supervisor Ing. Jan Petřů, Ph.D.

A subject of this bachelor thesis is the evaluation of the state of transversal crossroads and variant draft of the reconstruction of the roads II/494, III/49521 and III/49520. Part of this bachelor thesis is also execution of the traffic research incl. the analysis of conflict situations and the analysis of traffic accidents possibility from which data about the traffic intensity were gained as also the data about the traffic streams composition and their direction lines. As the next there were suggested three variants of the solution leading to the increase of safety and traffic fluency incl. the suggestion of the bus stops. Two off set intersection crossroads are the first suggestion. The second suggestion are intersection and circula crossroads. The third suggestion are two off set intersection crossroads, one of them with the branch line to the left. All variants were designed with respect to the design vehicles and lookout ratio. Resulting variant contains evaluation of the land annexation, modal sections, draft of lookout ratios, verification of the towing vehicles curves and orientative costs estimation.

Klíčová slova

Úprava křižovatky silnic II/494, III/49521 a III/49520, nehodovost, kapacitní posouzení, dopravní průzkum, ověření vlečných křivek vozidel

Keywords

Adjustment an intersection of the roads II/494, III/49521 and III/49520, traffic accidents, capacity assessments, traffic survey, verification of the towing vehicles curves

OBSAH

Seznam použitého značení a zkratk.....	9
1. Úvod.....	11
2. Analýza současného stavu.....	12
2.1. Širší vztahy.....	12
2.2. Popis stávajícího stavu	15
2.3. Svislé dopravní značení stávajícího stavu	17
2.4. Vodorovné dopravní značení stávajícího stavu.....	22
3. Dopravní nehodovost na křižovatce	23
4. Dopravní průzkum.....	24
4.1. Číslování dopravních proudů	24
4.2. Sčítání dopravy.....	26
4.3. Intenzita dopravy špičkové hodiny	26
5. Stanovení ročního průměru denních intenzit	28
6. Úroveň kvality dopravy.....	29
6.1. Stupeň podřazenosti dopravních proudů:	29
6.2. Intenzity dopravních proudů	31
6.3. Rozhodující intenzity nadřazených proudů.....	31
6.4. Hodnoty kritických odstupů	32
6.5. Hodnoty následných odstupů	32
6.6. Základní kapacita	32
6.7. Kapacita jízdního pruhu n-tého proudu.....	33
6.8. Rezerva kapacity	34
6.9. Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy.....	35
6.10. Stanovení délky fronty	35
7. Výhledová intenzita dopravy pro rok 2038.....	37
7.1. Výpočet výhledové intenzity dopravy špičkové hodiny	38
7.2. Výpočet výhledové denní intenzity dopravy.....	39
8. Konfliktní situace	39
8.1. Výsledky konfliktních situací.....	40

9. Návrhy řešení variant	43
9.1. Varianta 1 – dvě odsazené stykové křižovatky	43
9.2.1. Návrhové parametry varianty 1	44
9.2. Varianta 2 – styková a okružní křižovatka	47
9.2.1. Návrhové parametry varianty 2	47
9.3. Varianta 3 – dvě odsazené stykové křižovatky, jedna s odbočovacím pruhem vlevo ..	50
9.3.1. Návrhové parametry varianty 3	50
10. Vyhodnocení nejlepší varianty	52
10.1. Přehled kritérií	53
10. 2. Vyhodnocení	54
11. Rozpracování výsledné varianty	55
11. 1. Návrh svislého a vodorovného dopravního značení.....	55
11. 2. Návrh vozovek	56
11. 3. Ověření vlečných křivek vozidel.....	57
11. 4. Rozhledové poměry.....	57
11. 5. Předběžný rozpočet	58
11. 6. Zábory pozemků.....	58
12. Závěr.....	59
13. Seznam použitých zdrojů a literatury	60
14. Seznam obrázků a tabulek	62
14. 1. Seznam obrázků	62
14. 2. Seznam tabulek	63
15. Seznam příloh.....	63

Seznam použitého značení a zkratek

A	autobusy
a_v	stupeň vytížení, [-]
C_n	kapacita jízdního pruhu n-tého proudu, [pvoz/h]
G_n	základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu, [pvoz/h]
I_0	výchozí intenzita dopravy [voz/den], resp. [voz/h]
I_d	denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz/den]
I_h	hodinová intenzita dopravy [voz/h]
I_H	rozhodující intenzita nadřazených proudů, [voz/h]
I_m	intenzita dopravy zjištěná v době průzkumu [voz/doba průzkumu]
I_n	intenzita n-tého dopravního proudu, [voz/h], resp. [pvoz/h]
I_t	týdenní průměr denních intenzit dopravy [voz/den]
I_v	výhledová intenzita dopravy [voz/den], resp. [voz/h]
I_{sh}	intenzita dopravy špičkové hodiny v běžný pracovní den [voz/h]
K	nákladní soupravy
k_0	koeficient vývoje intenzit dopravy pro výchozí rok [-]
k_p	koeficient prognózy intenzit dopravy [-]
k_v	koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok [-]
$k_{m,d}$	přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu (zohlednění denních variací intenzit dopravy) [-]
$k_{d,t}$	přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit (zohlednění týdenních variací intenzit dopravy) [-]

$k_{t,RPDI}$	přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy (zohlednění ročních variací intenzit dopravy) [-]
M	motocykly
N	nákladní automobily
$N_{95\%}$	délka fronty na vjezdu neřízené křižovatky (95 % času během časového intervalu je fronta kratší než udává hodnota $N_{95\%}$, ve zbývajících 5 % času se připouští fronta vozidel delší) [m]
O	osobní automobily
$p_{0,n}$	pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazených proudů, [-]
p_i^d	podíl hodinové intenzity dopravy v určité hodině i na denní intenzitě [%]
p_i^t	podíl denní intenzity dopravy v daném dni i k týdennímu průměru denních intenzit [%]
p_i^r	podíl měsíčního průměru denních intenzit dopravy k ročnímu průměru denních intenzit [%], index i označuje měsíc
Rez	rezerva kapacity, [pvoz/h]
$RPDI$	roční průměr denních intenzit dopravy [voz/den], pro vozidla celkem
$RPDI_x$	roční průměr denních intenzit dopravy [voz/den], x označuje druh vozidel
t_f	následný časový odstup, [s]
t_g	kritický časový odstup, [s]
t_w	střední doba zdržení, [s]
UKD	úroveň kvality dopravy, [-]
voz	vozidlo
$v_{85\%}$	rychlost jízdy $v_{85\%}$, rychlostní charakteristika dopravního proudu, která vyjadřuje rychlost, kterou nepřekračuje 85 % vozidel [km/h]

1. Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá průsečnou křižovatkou, kterou tvoří silnice II/494, III/49521 a III/49520 v Bohuslavicích nad Vlárí. Křižovatka v současném stavu nevyhovuje bezpečnostním podmínkám provozu. Byl proveden dopravní průzkum stávajícího stavu křižovatky s následným výpočtem intenzity dopravy a úrovně kvality dopravy. Byla stanovena výhledová intenzita dopravy a také provedena analýza nehodovosti.

Na dané křižovatce je hlavní komunikace zalomená, tato skutečnost může některým řidičům činit potíže. Vedlejší komunikace III/49520, která vede přes železniční trať je od křižovatky odsazená, důsledkem je nepřehlednost a možné kolizní situace. Mnozí řidiči nerespektují vodorovné dopravní značení v podobě dopravního stínu.

Cílem této bakalářské práce je analyzovat její stav, vyřešit zastávky pro autobusovou dopravu a navrhnout řešení, které by vedlo ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu. Byla navržena trojice variantních řešení, které byly zhodnoceny dle multikriteriálního hodnocení.

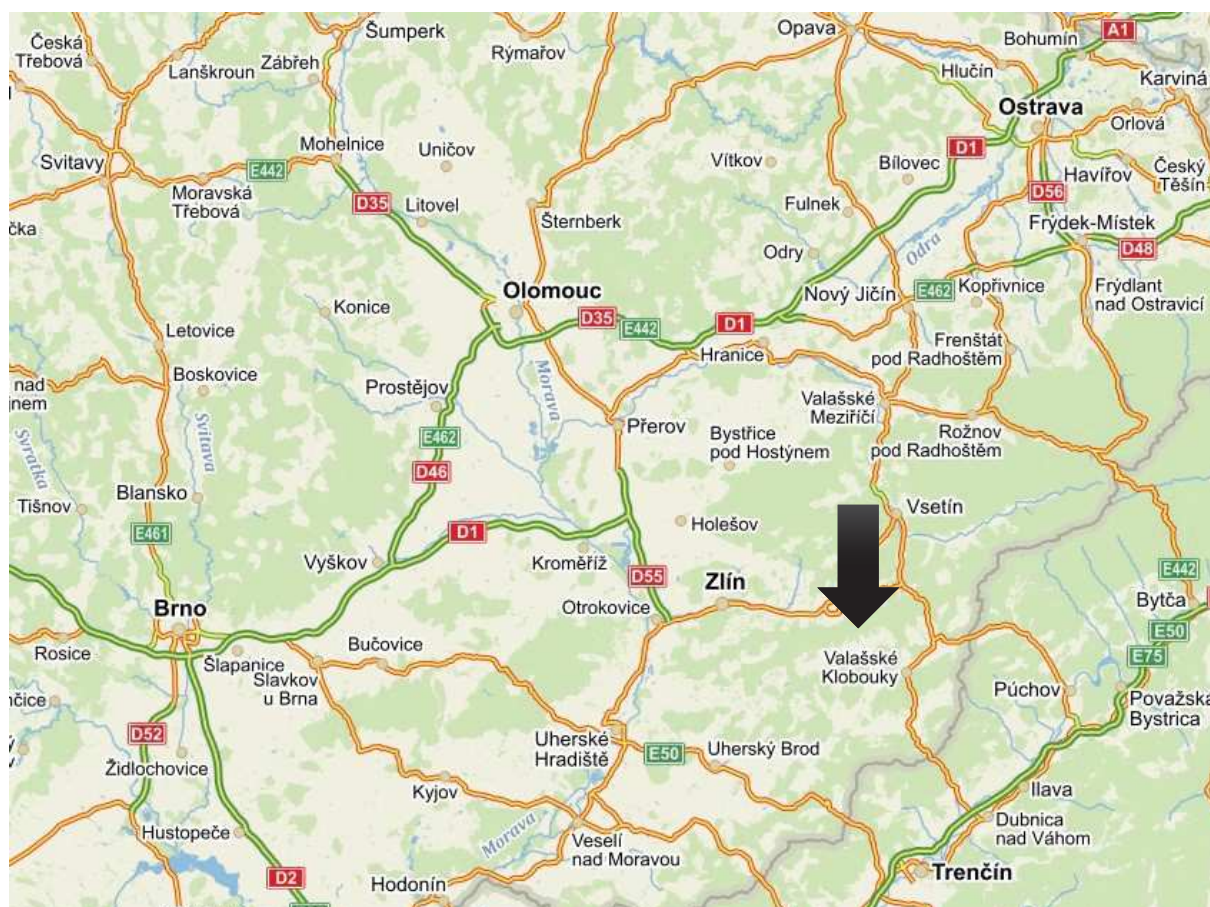
Vítězná varianta je podrobně rozpracována a to – návrhem dopravního značení, návrhem skladby vozovky a vzorovým příčným řezem ramenem dané křižovatky. Jsou provedeny materiálové návrhy stavebních ploch upravené křižovatky a také zhotoveny rozhledové poměry vítězné varianty. U tohoto vítězného návrhu byla ověřena průjezdnost vlečnými křivkami pomocí programu AutoTURN.

Na závěr bude daná varianta posouzena z ekonomického hlediska s předběžným rozpočtem nákladů.

2. Analýza současného stavu

2.1. Širší vztahy

Řešená křižovatka silnic II/494, III/49521 a III/49520 se nachází v obci Bohuslavice nad Vlárí, která leží v okrese Zlín ve Zlínském kraji. Bohuslavice nad Vlárí leží v údolí řeky Vlárý, v nadmořské výšce 338 m n. m. ve vzdálenosti 17 km od lázeňského města Luhačovice. Obec Bohuslavice nad Vlárí se nachází v chráněné krajinné oblasti Bílé Karpaty. Leží přibližně 7,5 km od hranic se Slovenskem [3]. Katastrální výměra obce činí 6,85 km² s 369 obyvateli k roku 2015 [4]. Daná lokalita má převládající podíl transitzní dopravy.



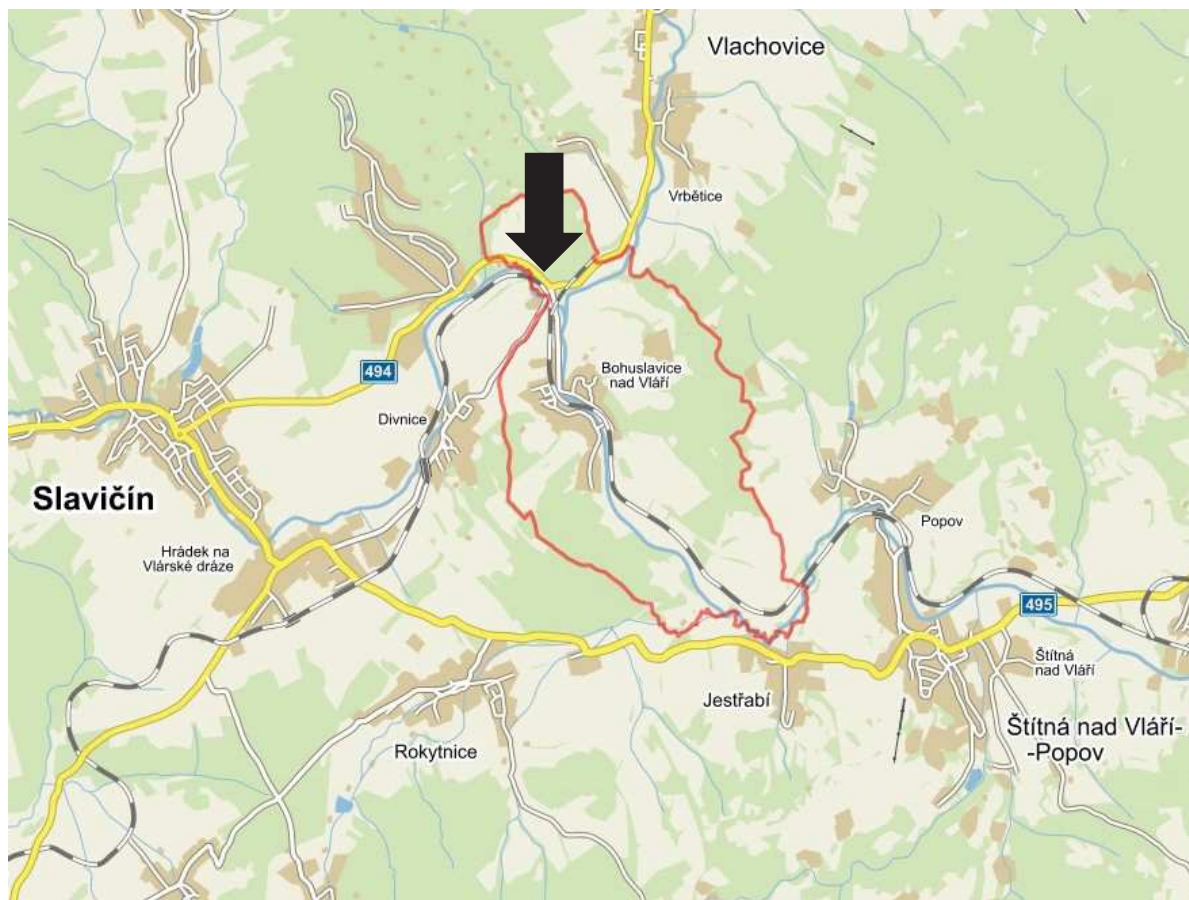
Obrázek č. 1 – Umístění daného území v rámci České republiky [1]

Křižovatka se nachází v nezastavěné části obce tedy extravilánu. Obcí Bohuslavice nad Vlárí vede železniční trať číslo 341 Staré Město u Uherského Hradiště - Vlárský průsmyk, Újezdec u Luhačovic - Luhačovice dále má také autobusové spojení příměstskými linkami číslo 820325, 820415, 820385 a dálkovou linkou číslo 820245. Ze severu sousedí Bohuslavice nad Vlárí s obcí Vlachovice, ze západu s městem Slavičín z jihozápadu s obcí Rokytnice a z jihovýchodu s obcí Štítná nad Vlárí - Popov.



Obrázek č. 2 – Širší dopravní vztahy [1]

Křižovatka je umístěna poblíž železnice a bývalé vojenské vlečky číslo 30, na které byl ke dni 1. 3. 2009 provoz ukončen [5]. Vlečka vede na sever do vojenského areálu ve Vrběticích, kde na podzim v roce 2014 došlo k výbuchu muničních skladů.



Obrázek č. 3 – Umístění území v okolí obce Bohuslavice nad Vláří [1]

Křižovatka silnic II/494, III/49521 a III/49520 je uspořádaná jako úroňová neřízená atypická průsečná křižovatka se zalomenou hlavní komunikací, v blízkosti je přístřešek, který slouží jako autobusová zastávka ze směru Vlachovice – Slavičín, ve směru na Vlachovice autobus zastavuje při krajnici a lidé vystupují do svodidel, v okolí nejsou vybudované chodníky. Hlavní komunikace je silnice II/494, která propojuje město Slavičín s obcí Vlachovice. Vedlejší komunikace jsou silnice III/49520, která propojuje obec Divnice s městem Slavičín a ústí na dané křižovatce a silnice III/49521 spojující Bohuslavice nad Vláří s okolními obcemi na severu. V obci Divnice se nachází průmyslová zóna, ve které se nachází celkem 5 firem, tato skutečnost ovlivňuje podíl těžkých vozidel, které projíždí danou křižovatkou.



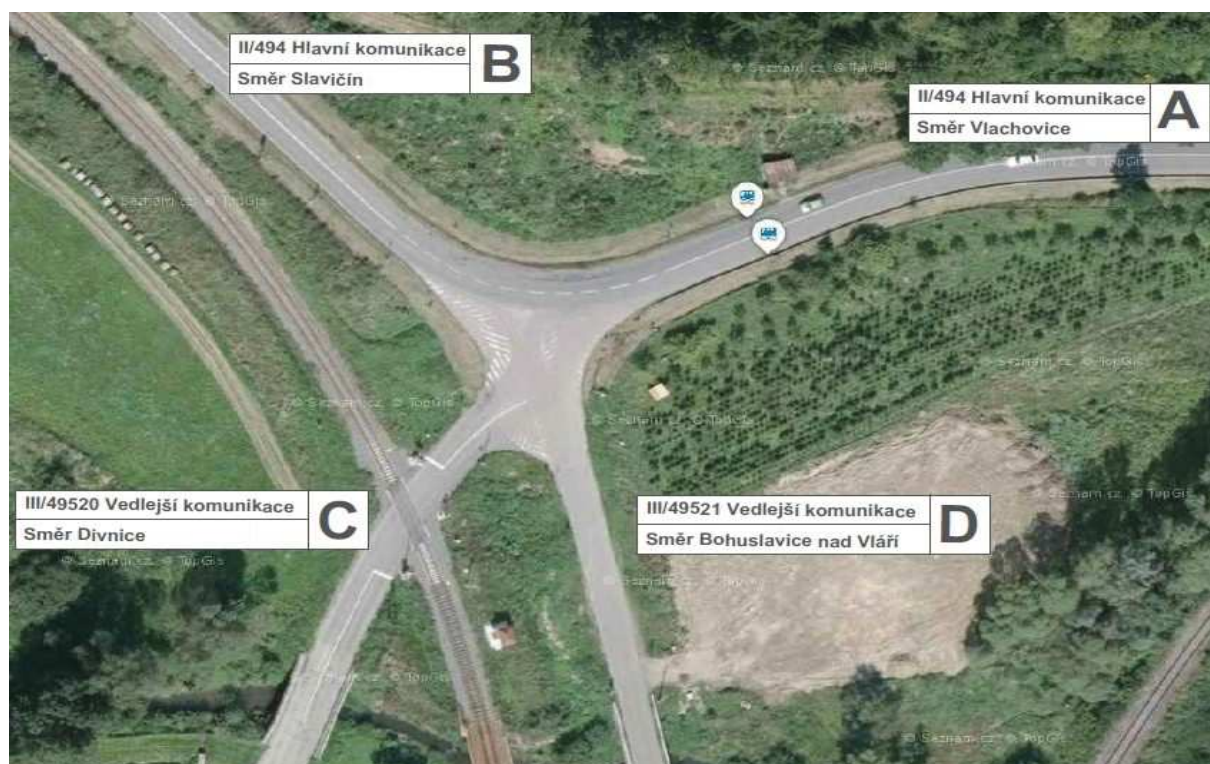
Obrázek č. 4 – Širší dopravní vztahy v rámci obce [1]

2.2. Popis stávajícího stavu

Směrem na jih od řešené křižovatky se nachází tři mostní objekty, dva silniční a jeden železniční. Silniční most s evidenčním číslem 49520 - 2, který převádí komunikaci III/49520 přes řeku Říka je tvořen z prefabrikovaných předpjatých nosníků, rozpětí mostu je 11,4 m a postaven byl v roce 1985. Svršek železničního mostu je tvořen mostnicemi. Silniční most s evidenčním číslem 49521 - 1, který převádí komunikaci III/49521 přes řeku Říka je tvořen monolitickou ŽB deskou tloušťky 0,55 m, rozpětí mostu je 10,75 m a byl postaven v roce 1949. Místo křížení železnice s pozemní komunikací je opatřeno železničním přejezdem se světelným zabezpečovacím zařízením a závorami, vzdálenost nebezpečného pásma od hranice křižovatky je 20 m. Místo křížení vojenské vlečky s pozemní komunikací je opatřeno výstražným křížem.



Obrázek č. 5 – Letecký snímek křižovatky z roku 2010 [2]



Obrázek č. 6 – Letecký snímek křižovatky z roku 2014 [1]

V roce 2011 bylo vybudováno vodorovné dopravní značení pro přehlednější průjezd křižovatkou, a to v podobě dopravních stínů. Křižovatka je však stále nepřehledná a hrozí nebezpečí kolize vozidel při průjezdu z vedlejších komunikací III. třídy na komunikaci II. třídy. Vojenskou vlečku, která vedla z obce Vrbětice do města Slavičín, připomíná už pouze násyp, který po ní zůstal. V okolí křižovatky se nenachází žádné obytné budovy nebo jiné významné stavby.



Obrázek č. 7 – Současný stav křižovatky [2]

2.3. Svislé dopravní značení stávajícího stavu

Jedná se o atypickou úrovnovou křižovatku s odsazenou vedlejší komunikací a zalomenou hlavní komunikací určenou přednosti v jízdě svislým dopravním značením. Při vjezdu na komunikace III/49520 směr Divnice a III/49521 směr Bohuslavice nad Vláří je v místě křižovatky osazená značka A 22 „jiné nebezpečí“ s dodatkovou tabulkou E 12 „změna technologie posypu“. Svislé a vodorovné dopravní značení je popsáno podle TP 65 *Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích* [6]. Podrobnější dopravní značení se nachází v příloze 5.

Rameno A - viz Obrázek č. 6

Jedná se o hlavní komunikaci II/494 příjezd od obce Vlachovice. Kategorie silnice S 7,5/70, šířka jízdního pruhu je 3 m, šířka vodícího proužku 0,25 m a šířka nezpevněné části krajnice 0,5 m. Maximální povolená rychlost 90 km/h. Před hranicí křižovatky je umístěné svislé dopravní značení A 31a „návěstní deska (240 m)“ se značkou A 29 „železniční přejezd se závorami“, následuje svislé dopravní značení označující přednost v jízdě, které je umístěné cca 150 m od hranice křižovatky svislou dopravní značkou P1 „Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací“ s atypickou dodatkovou tabulkou značící tvar křižovatky. Dále IP 21 „omezení v jízdním pruhu“, které odpovídá skutečné situaci křižovatky doplněné značkou B 16 „zákaz vjezdu vozidel, jejichž výška přesahuje vyznačenou mez“ v tomto případě omezení 3,3 m ve směru na Divnice. Následuje svislé dopravní značení A 31b „Návěstní deska (160m)“, A 31c „Návěstní deska (80m)“ s dodatkovou tabulkou E 7a „směrová šipka“ směr Divnice. Poslední svislé dopravní značení před hranicí křižovatky je IS 3c „směrová tabule (s jedním cílem) v počtu dvou kusů informují o směru odbočení na rameno B směr Slavičín a na rameno D směr Bohuslavice nad Vlčí a svislé dopravní značení IS 5 „směrová tabule k jinému cíli“ označující Průmyslovou zónu Divnice.



Obrázek č. 8 – Pohled na křižovatku z ramene A [2]

Rameno B - viz Obrázek č. 6

Jedná se o hlavní komunikaci II/494 příjezd od města Slavičín. Kategorie silnice S 7,5/70, šířka jízdního pruhu je 3 m, šířka vozítkového proužku 0,25 m a šířka nezpevněné části krajnice 0,5 m. Maximální povolená rychlost 90 km/h. Před hranicí křižovatky je umístěné svislé dopravní značení A 31a „návěstní deska (240 m)“ s dodatkovou tabulkou E 7a „směrová šipka“ v tomto případě ve směru Divnice a se značkou A 29 „železniční přejezd se závorami“. Dále následuje svislé dopravní značení označující přednost v jízdě, které je umístěné cca 120 m od hranice křižovatky svislou dopravní značkou P1 „Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací“ s atypickou dodatkovou tabulkou značící tvar křižovatky. Následuje svislé dopravní značení A 31b „Návěstní deska (160m)“, s dodatkovou tabulkou E 7a „směrová šipka“ v tomto případě ve směru Bohuslavice nad Vlárí, dále svislé dopravní značení IS 3c „směrová tabule (s jedním cílem) v počtu dvou kusů informují o směru odbočení na rameno A směr Vlachovice a na rameno C směr Divnice, IS 3a „směrová tabule (s jedním cílem)“ informující o směru odbočení na rameno D směr Bohuslavice nad Vlárí. Následuje IP 21 „omezení v jízdním pruhu“, které odpovídá skutečné situaci křižovatky doplněné značkou B 16 „zákaz vjezdu vozidel, jejichž výška přesahuje vyznačenou mez“ v tomto případě omezení 3,3 m ve směru na Divnice.



Obrázek č. 9 – Pohled na křižovatku z ramene B

Dále svislé dopravní značení A 31c „Návěstní deska (80m)“ s dodatkovou tabulkou E 7a „směrová šipka“ směr Divnice. Poslední svislé dopravní značení před hranicí křižovatky je P 2 „hlavní pozemní komunikace“ s atypickou dodatkovou tabulkou značící tvar křižovatky.

Rameno C - viz Obrázek č. 6

Jedná se o vedlejší komunikaci III/49520 příjezd od obce Divnice. Kategorie silnice S 7,5/70, šířka jízdního pruhu je 2,75 m a šířka nezpevněné části krajnice 0,5 m. Maximální povolená rychlost 90 km/h. Před hranicí křižovatky je umístěné svislé dopravní značení A 31a „návěstní deska (240 m)“ se značkou A 29 „železniční přejezd se závorami“. Následuje svislé dopravní značení A 31b „Návěstní deska (160m)“, Dále P 3 „konec hlavní pozemní komunikace“. Dále svislé dopravní značení A 31c „Návěstní deska (80m)“, dále svislé dopravní značení IS 3c „směrová tabule (s jedním cílem) informují o směru odbočení na rameno D směr Bohuslavice nad Vlárí, IS 3a „směrová tabule (s jedním cílem)“ informující o směru odbočení na rameno A směr Vlachovice. Následuje železniční přejezd se světelným zabezpečovacím zařízením se závorami opatřený svislou dopravní značkou A 32a „výstražný kříž pro železniční přejezd jednokolejný“, která je umístěna na retroreflexním žlutozeleném fluorescenčním podkladu pro zlepšení viditelnosti a zdůraznění významu. Poslední svislé dopravní značení před hranicí křižovatky je P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“.



Obrázek č. 10 – Pohled na křižovatku z ramene C [2]

Rameno D - viz Obrázek č. 6

Jedná se o vedlejší komunikaci III/49521 příjezd od obce Bohuslavice nad Vlárí. Kategorie silnice S 6,5/60, šířka jízdního pruhu je 2,75 m a šířka nezpevněné části krajnice 0,5 m. Maximální povolená rychlost 90 km/h. Ve vzdálenosti 170 m od křižovatky se nachází železniční přejezd zabezpečený svislou dopravní značkou A 32a „výstražný kříž pro železniční přejezd jednokolejný“, přes bývalou vojenskou vlečku. Následuje svislé dopravní značení A 31b „Návěstní deska (160m)“, se značkou A 29 „železniční přejezd se závorami“ s dodatkovou tabulkou E 7a „směrová šipka“ směr Divnice. Dále IP 21 „omezení v jízdním pruhu“, které odpovídá skutečné situaci křižovatky doplněné značkou B 16 „zákaz vjezdu vozidel, jejichž výška přesahuje vyznačenou mez“ v tomto případě omezení 3,3 m ve směru na Divnice, následuje svislé dopravní značení IS 3c „směrová tabule (s jedním cílem) v počtu dvou kusů informují o směru odbočení na rameno A směr Vlachovice a na rameno C směr Divnice, IS 3a „směrová tabule (s jedním cílem)“ informující o směru odbočení na rameno B směr Slavičín. Ve vzdálenosti 60 m od hranice křižovatky je umístěn silniční deskový most přes potok Říka, světla vzdálenost mostu je 10 m. Před mostem je umístěno svislé dopravní značení B 13 „Zákaz vjezdu vozidel, jejichž okamžitá hmotnost přesahuje vyznačenou mez“ v tomto případě 10 tun, B 14 „zákaz vjezdu vozidel, u nichž okamžitá hmotnost připadající na nápravu přesahuje vyznačenou mez“ v tomto případě 7,7 tun, a E 13 „jediné vozidlo 22 t“. V místě křižovatky ve směru na Vlachovice a Slavičín se nachází svislé dopravní značení P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“.



Obrázek č. 11 – Pohled na křižovatku z ramene D [2]

2.4. Vodorovné dopravní značení stávajícího stavu

Vodorovné dopravní značení v místě křižovatky je v dobrém stavu tvoří ho podélná čára přerušovaná V 2a v šířce 0,125 m, délce úseček 3 m, podélná čára souvislá V 1a šířky 0,125 m. Místo železničního přejezdu a výjezdu komunikace III/49520 z obce Divnice je opatřeno příčnou čarou souvislou V 5 o šířce 0,50 m. Usměrnění řidičů je provedeno pomocí šikmé rovnoběžné čáry V 13a tzv. „dopravní stín“. Místo napojení silnice III/49521 na silnici II/494 je opatřeno kapkovitým ostrůvkem tvořeným pouze dopravním stínem pomocí rovnoběžné čáry V 13a a příčnou čarou souvislou V5 o šířce 0,50 m pro směr Vlachovice a Slavičín.



Obrázek č. 12 – Pohled na dopravní stín v místě křižovatky

3. Dopravní nehodovost na křižovatce

Dopravní nehodovost na dané křižovatce byla zjištěna statistickým zobrazením nehod v mapě, provozované na Portálu geografického informačního systému Ministerstva dopravy Jednotná dopravní vektorová mapa (JDVM) na serveru www.jdvm.cz. Mapa dopravních nehod je znázorněna na Obrázek č. 13.



Obrázek č. 13 – Dopravní nehodovost na křižovatce [7]

Na dané křižovatce a v jejím okolí se odehrálo v letech 2007 – 2017 celkem 10 dopravních nehod, při kterých byla přivolána policie České republiky. Třikrát došlo k havárii s pevnou překážkou vlivem smyku, který byl zapříčiněn nepřizpůsobení rychlosti vozidla ke stavu vozovky, tyto nehody vedly k hmotné škodě a lehkému zranění osob ve vozidle. Jedna nehoda byla způsobena srážkou s lesní zvěří, dále došlo třikrát k bočnímu nárazu nekolejových vozidel, důvodem bylo nerespektování značky P 6 „stůj, dej přednost v jízdě!“ nebo nevěnování pozornosti při řízení, tyto nehody měly následek lehké zranění účastníků a hmotné škody. Dvakrát skončila vozidla mimo komunikaci, důvodem byl alkohol v krvi, nehody se obešly bez

vážnějších zranění. Jednou došlo ke srážce vozidla s pevnou překážkou, nehoda se obešla bez zranění pouze s hmotnou škodou [7].

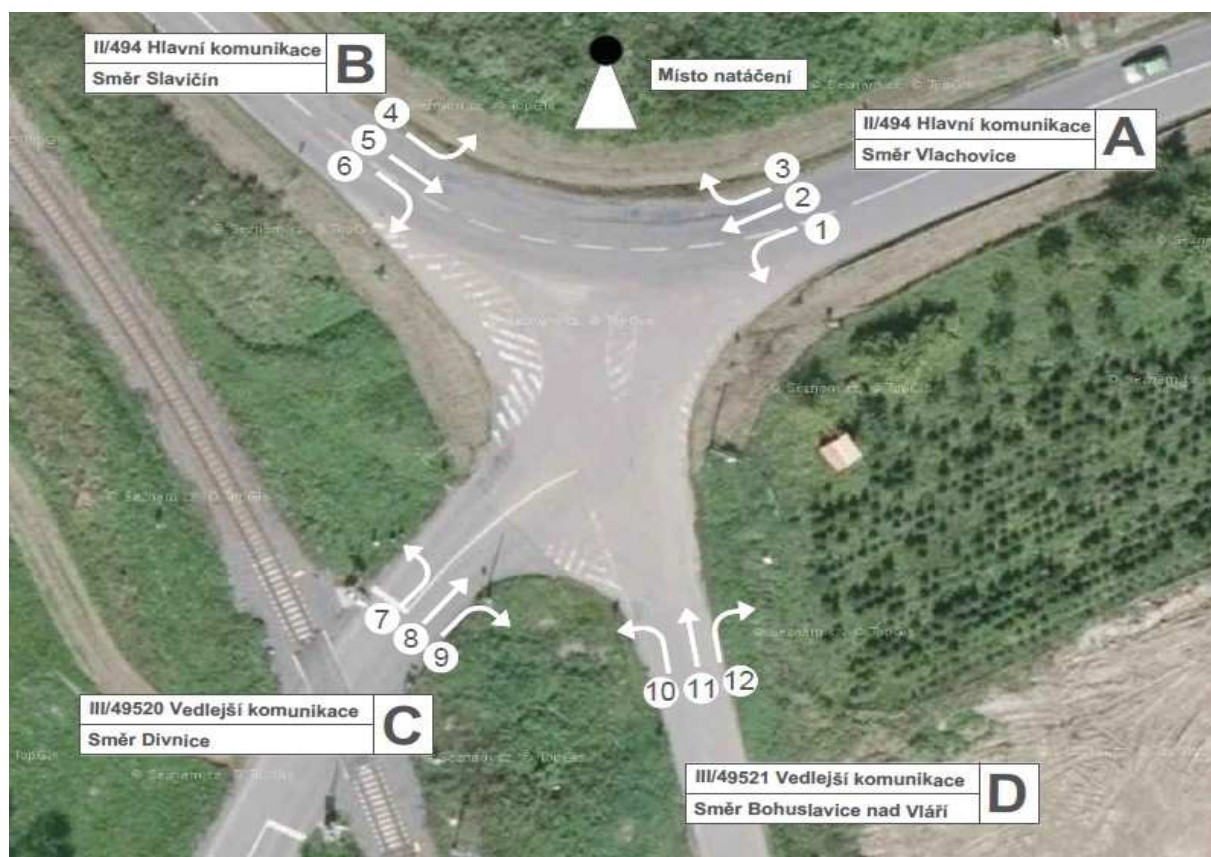
4. Dopravní průzkum

Dopravní průzkum byl proveden v běžném pracovním dni a to ve čtvrtek 3. 11. 2016 od 14:00 do 17:00. Pro sčítání vozidel byl pořízen nejprve videozáznam, stanoviště pořízení záznamu je znázorněno na obrázku č. 14. Poté bylo provedeno samotné sčítání čárkovací metodou pro přesnější výsledky tohoto průzkumu, sčítání bylo rozděleno po časových intervalech v rozmezí patnácti minut. V době měření bylo zataženo a teplota se pohybovala kolem 6°C, povětrnostní podmínky tedy nijak neovlivnily výsledky dopravního průzkumu. Měření probíhalo podle pravidel stanovených v *TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích* [8]. Vozidla byla ve formuláři rozdělená do těchto skupin:

- O osobní automobily – bez přívěsu i s přívěsy, dodávkové automobily
- M motocykly – jednostopá motorová vozidla bez přívěsu i s přívěsy
- N nákladní automobily – lehké, střední a těžké nákladní automobily, traktory, speciální nákladní automobily
- A autobusy – vozidla určená pro přepravu osob a jejich zavazadel, která mají víc než 9 míst (včetně kloubových autobusů a autobusů s přívěsy)
- K nákladní soupravy – přívěsové a návěsové soupravy nákladních vozidel

4.1. Číslování dopravních proudů

Číslování bylo provedeno podle pravidel stanovených v *TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek* [9], rozdíl je pouze v zalomení hlavní pozemní komunikace. Přehled jednotlivých proudů na obrázku č. 14.



Obrázek č. 14 – Označení proudů křižovatky a místo sčítání [1]

Tabulka 1 – Celkový počet vozidel za dobu průzkumu

	Osobní automobily	Nákladní automobily	Autobusy	Nákladní soupravy	Motocykly	Vozidel celkem
14:00-14:15	82	7	2	1	0	92
14:15-14:30	67	3	3	0	1	74
14:30-14:45	75	4	3	1	1	84
14:45-15:00	73	5	2	0	0	80
15:00-15:15	91	8	1	0	1	101
15:15-15:30	73	7	0	0	1	81
15:30-15:45	72	2	0	1	1	76
15:45-16:00	59	16	0	0	1	76
16:00-16:15	63	6	1	0	0	70
16:15-16:30	48	9	0	0	0	57
16:30-16:45	58	2	2	1	0	63
16:45-17:00	39	2	2	0	0	43
Celkem za dobu průzkumu	800	71	16	4	6	897

4.2. Sčítání dopravy

Sčítání dopravy ukázalo, že během 3 hodin, kdy byl dopravní průzkum proveden, projelo křižovatkou celkem 897 motorových vozidel. Největší podíl na intenzitě měly osobní automobily v počtu 800 řidičů, což je přibližně 90% všech vozidel. Menší zastoupení měly nákladní automobily, autobusy, nákladní soupravy a motocykly, kterých zde dohromady projelo 97. Podrobný přehled je uveden v tabulce 1.

4.3. Intenzita dopravy špičkové hodiny

Měření intenzity bylo provedené po čtvrt hodinových intervalech, špičková hodina neboli hodnota nejvyšší hodinové intenzity dopravy na křižovatce je znázorněna v tabulce 2. Výsledná intenzita proběhla v době od 14:30 do 15:30 v počtu 346 [voz/h]. Podrobnější informace jsou v tabulce 3. Grafické znázornění intenzity jednotlivých proudů ve špičkové hodině je znázorněno pomocí pentlogramu na obrázku č. 15.

Výpočet z údajů získaných průzkumem:

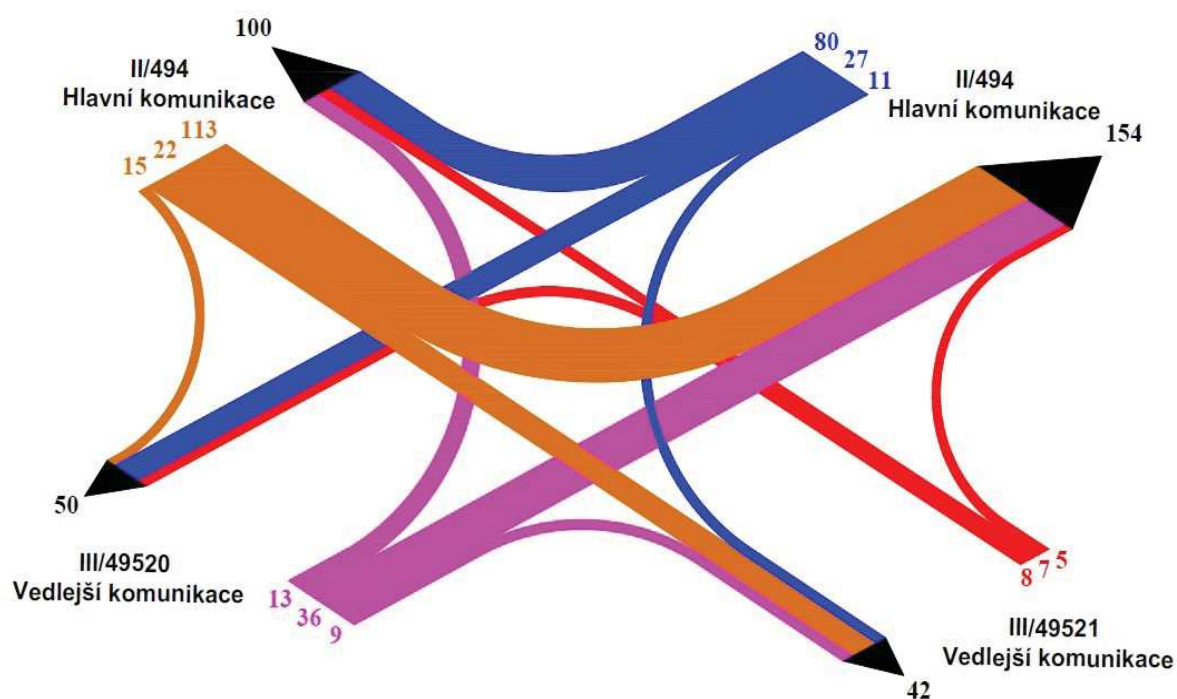
$$I_{sh} = \max \{I_h\}$$

$$I_{sh} = \max \{330; 339; 346; 338; 334; 303; 279; 266; 233\}$$

$$I_{sh} = \mathbf{346 \text{ [voz/h]}}$$

Tabulka 2 – Určení špičkové hodiny

Čas		Celkem [voz/h]
Od	Do	
14:00	15:00	330
14:15	15:15	339
14:30	15:30	346
14:45	15:45	338
15:00	16:00	334
15:15	16:15	303
15:30	16:30	279
15:45	16:45	266
16:00	17:00	233



Obrázek č. 15 – Pentlogram intenzit vozidel špičkové hodiny [voz/h]

Tabulka 3 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině [voz/h]

	Osobní automobily	Nákladní automobily	Autobusy	Nákladní soupravy	Motocykly	Vozidel celkem
Dopravní proud 1	10	0	1	0	0	11
Dopravní proud 2	22	4	1	0	0	27
Dopravní proud 3	74	4	0	1	1	80
Dopravní proud 4	103	8	1	0	1	113
Dopravní proud 5	19	1	1	0	1	22
Dopravní proud 6	14	1	0	0	0	15
Dopravní proud 7	9	4	0	0	0	13
Dopravní proud 8	34	2	0	0	0	36
Dopravní proud 9	9	0	0	0	0	9
Dopravní proud 10	8	0	0	0	0	8
Dopravní proud 11	6	0	1	0	0	7
Dopravní proud 12	4	0	1	0	0	5
Všechny směry	312	24	6	1	3	346

5. Stanovení ročního průměru denních intenzit

Pro stanovení denní intenzity dopravy byl použit výpočet dle *TP 189 – Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích (II. vydání)* [8]. Denní intenzita se stanovila pro dané typy vozidel, které byly naměřeny během doby průzkumu. Jelikož se jedná o křížení komunikací druhé a třetí třídy, budou přepočtové koeficienty denních variací u všech ramen komunikace stejné a jednotlivé vozidla v ramenech se mohou sečíst. Průzkum byl proveden po dobu tří hodin. Komunikace je využívána převážně pro pravidelné cesty do zaměstnání, škol, pro cesty v pracovní dny, ale o víkendech je provoz výrazně nižší jedná se tedy o hospodářský charakter provozu na daných silnicích druhé a třetí třídy, značí se II-H. Výsledná hodnota ročního průměru denních intenzit dopravy pro vozidla celkem se určí součtem jednotlivých ročních průměrů denních intenzit dopravy pro jednotlivé druhy vozidel. Podrobný výpočet se nachází v příloze 1.

Odhad hodnoty RPDI z výsledku krátkodobého průzkumu pro jednotlivé druhy vozidel:

$$RPDI_x = I_m \cdot k_{m,d} \cdot k_{d,t} \cdot k_{t,RPDI}$$

Osobní automobily: $RPDI_O = 3320$ [voz/den]

Motocykly: $RPDI_M = 91$ [voz/den]

Nákladní automobily: $RPDI_N = 285$ [voz/den]

Autobusy: $RPDI_A = 68$ [voz/den]

Nákladní soupravy: $RPDI_K = 17$ [voz/den]

Výsledná hodnota ročního průměru denních intenzit:

$$RPDI = \sum RPDI_x = O + M + N + A + K = 3320 + 91 + 285 + 68 + 17 = \mathbf{3781} \text{ [voz/den]}$$

6. Úroveň kvality dopravy

Pro výpočet kapacity neřízené křižovatky jsem použil technické podmínky *TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek* [9]. Metodika platí jak pro stykové, tak pro průsečné křižovatky, na kterých je přednost v jízdě upravena svislým dopravním značením. Z důvodu velmi nízkých intenzit dopravy a náročnosti výpočtu uvažuji danou křižovatku jako stykovou. Tyto technické podmínky ovšem nepočítají se stanovením kapacity neřízené stykové křižovatky se zalomenou hlavní pozemní komunikací. Vzorce jsem tedy upravil tak, aby byly respektovány přednosti v jízdě na řešené křižovatce. Přehled jednotlivých dopravních proudů je na obrázku č. 16. Naměřené intenzity původních dopravních proudů jsem přiřadil k novým dopravním proudům uvažované stykové křižovatky. Pouze původní dopravní proud číslo 10 směr Divnice ze směru Bohuslavice nad Vlárí a dopravní proud číslo 9 směr Bohuslavice nad Vlárí ze směru Divnice jsem pro tento výpočet nezahrnul. Podrobný výpočet se nachází v příloze 2. V tabulce 4 jsou přiřazeny stupně podřazenosti jednotlivým dopravním proudům.

6.1. Stupeň podřazenosti dopravních proudů:

Stupně podřazenosti dopravních proudů na řešené křižovatce určuje svislé dopravní značení.

Dopravní proudy 1. stupně

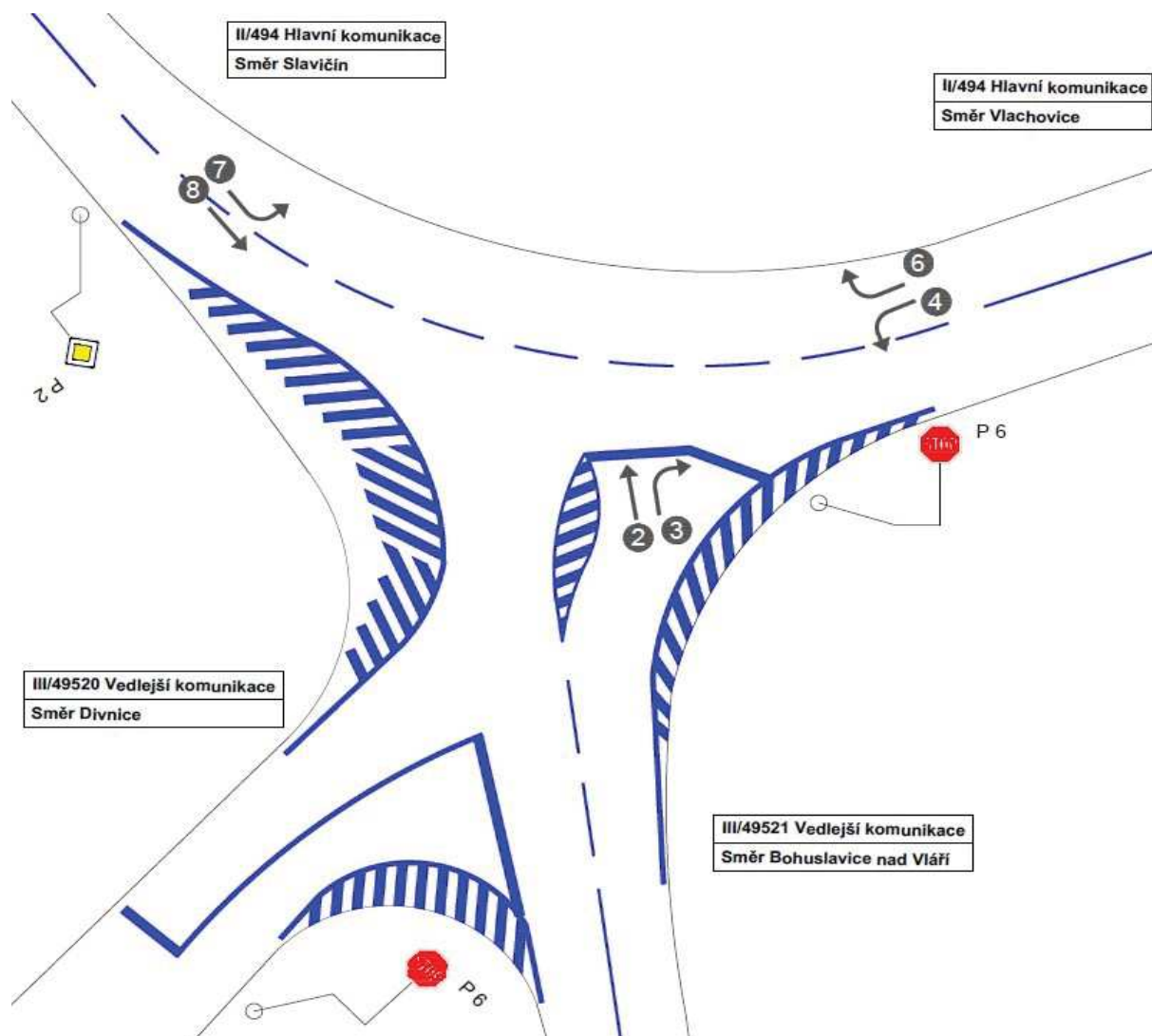
Nacházejí se zde ty proudy, které mají přednost v jízdě před všemi ostatními a vozidla jedoucí v těchto směrech mohou křižovatkou plynule projet bez zdržení. V případě řešené křižovatky jsou to dopravní proudy č. 6, 7 a 8.

Dopravní proudy 2. stupně

Dopravní proudy 2. stupně jsou ty proudy, které musí dát přednost dopravním proudům 1. stupně, jsou jim tedy podřazené. Dopravní proudy 2. stupně na řešené křižovatce jsou dopravní proudy č. 3 a 4.

Dopravní proudy 3. stupně

Vozidla dopravního proudu 3. stupně musí dát přednost jak dopravním proudům 1. stupně, tak i dopravním proudům 2. stupně. V případě této křižovatky je to proud č. 2



Obrázek č. 16 – Označení proudů křižovatky pro úroveň kvality dopravy

Tabulka 4 – Stupně podřazenosti dopravních proudů [9]

Dopravní proud	
Stupeň	Číslo
I.	6, 7, 8
II.	3, 4
III.	2

6.2. Intenzity dopravních proudů

Intenzity jednotlivých dopravních proudů byly určeny z dopravního průzkumu, jedná se o intenzity ve špičkové hodině, která proběhla v rozmezí od 14:30 do 15:30.

$$I_2 = 20 \text{ [voz/h]}$$

$$I_6 = 80 \text{ [voz/h]}$$

$$I_3 = 41 \text{ [voz/h]}$$

$$I_7 = 113 \text{ [voz/h]}$$

$$I_4 = 38 \text{ [voz/h]}$$

$$I_8 = 37 \text{ [voz/h]}$$

6.3. Rozhodující intenzity nadřazených proudů

Skladba nadřazených proudů má v porovnání se zohledněním skladby u podřazených proudů výrazně odlišný vliv na přesnost výpočtu. Použití přepočtu vozidel nadřazených proudů by vedlo k nepřesným výpočtům. S ohledem na přesnost a jednoduchost metodiky výpočtu je skladba nadřazených proudů zanedbávána. Hodnota intenzity nadřazených proudů vstupuje do výpočtu ve skutečných vozidlech. Přepočet vozidel podřazených proudů byl proveden pomocí koeficientů v tabulce I v příloze 2. Výsledné hodnoty přepočtených dopravních proudů jsou v tabulce II. Výpočet rozhodující intenzity proběhl podle tabulky III.

Dopravní proudy 1. stupně:

Rozhodující intenzity u dopravních proudů 1. stupně neposuzujeme, protože na křižovatce mají vždy přednost a nedochází ke zdržení daných proudů.

Dopravní proudy 2. stupně:

$$I_{H,4} = I_7 + I_8 = 113 + 37 = 150 \text{ [voz/h]}$$

$$I_{H,3} = I_7 + I_8 \cdot 0,5 = 113 + 37 \cdot 0,5 \doteq 132 \text{ [voz/h]}$$

Dopravní proudy 3. stupně:

$$I_{H,2} = I_7 + I_8 \cdot 0,5 + I_6 + I_4 = 113 + 37 \cdot 0,5 + 80 + 38 \doteq 250 \text{ [voz/h]}$$

6.4. Hodnoty kritických odstupů

Střední hodnoty kritického časového odstupu jsou stanoveny podle rychlosti jízdy na hlavní pozemní komunikaci, což je v mém případě 90 km/h a podle druhu dopravního proudu. Vypočet kritických odstupů proběhl podle tabulky IV.

Výsledky kritických časových odstupů jednotlivých dopravních proudů:

$$t_{g4} = 3,4 + 0,21 \cdot v_{85\%} = 3,4 + 0,021 \cdot 90 = \mathbf{5,3 \text{ [s]}}$$

$$t_{g3} = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%} = 2,8 + 0,038 \cdot 90 = \mathbf{6,2 \text{ [s]}}$$

$$t_{g2} = 4,4 + 0,036 \cdot v_{85\%} = 4,4 + 0,036 \cdot 90 = \mathbf{7,6 \text{ [s]}}$$

6.5. Hodnoty následných odstupů

Střední hodnoty následného časového odstupu jsou stanoveny podle úpravy přednosti v jízdě a druhu dopravního proudu. V případě řešené křižovatky je na vedlejší pozemní komunikaci umístěna značka P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“. Levé odbočení z hlavní komunikace jsem přiřadil dopravnímu proudu č. 4. Právě odbočení z vedlejší komunikace jsem přiřadil dopravnímu proudu č. 3 a přímý průjezd z vedlejší komunikace byl přiřazen proudu č. 2. Přehled středních hodnot následného odstupu v tabulce V.

$$t_{f4} = \mathbf{2,6 \text{ [s]}}$$

$$t_{f3} = \mathbf{3,7 \text{ [s]}}$$

$$t_{f2} = \mathbf{3,9 \text{ [s]}}$$

6.6. Základní kapacita

Základní kapacita udává maximální počet vozidel z podřazeného proudu, která mohou projet křižovatkou v časové mezeře mezi vozidly nadřazených dopravních proudů. Na řešené křižovatce jsou to dopravní proudy 2. a 3. stupně. Pro dopravní proudy 1. stupně je dána hodnota 1800 [pvoz/h], tedy kapacita volně se pohybujících dopravních proudů.

Pro stanovení základní kapacity lze použít vztah:

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} (t_g - \frac{t_f}{2})}$$

Výsledky základních kapacit jednotlivých dopravních proudů:

$$G_8 = 1800 \text{ [pvoz/h]} \quad G_4 = 1172 \text{ [pvoz/h]}$$

$$G_7 = 1800 \text{ [pvoz/h]} \quad G_3 = 829 \text{ [pvoz/h]}$$

$$G_6 = 1800 \text{ [pvoz/h]} \quad G_2 = 623 \text{ [pvoz/h]}$$

6.7. Kapacita jízdního pruhu n-tého proudu

Kapacita jízdních proudů 1. stupně C_n se všeobecně udává hodnotou 1800 [pvoz/h], protože tyto dopravní proudy mají na křižovatce vždy přednost. Kapacita jízdních proudů 2. stupně C_n se rovná základní kapacitě G_n . Jedná se o dopravní proudy číslo 3 a 4.

$$C_n = G_n$$

Při výpočtech pro podřazené dopravní proudy 3. stupně je nutné zohlednit pravděpodobnost nevzdutí rozhodujících nadřazených dopravních proudů, která snižuje jejich základní kapacitu. V tomto případě se jedná o dopravní proud číslo 4. Pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazených proudů $p_{0,n}$ se stanoví podle vztahu:

$$p_{0,n} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - a_v = 1 - \frac{I_n}{C_n} \\ 0 \end{array} \right\}$$

$$p_{0,4} = 0,965 \text{ [-]}$$

Pro zjištění kapacity C_2 dopravního proudu třetího stupně se násobí základní kapacita hodnotou pravděpodobnosti $p_{0,4}$, vyjadřující nevzdutí nadřazeného dopravního proudu druhého stupně pro odbočení vlevo číslo 4, podle vztahu:

$$C_2 = G_2 \cdot p_{0,4} = 623 \cdot 0,965 \doteq 601 \text{ [pvoz/h]}$$

Výsledky kapacit jednotlivých dopravních proudů:

$$C_2 = 601 \text{ [pvoz/h]} \quad G_7 = 1800 \text{ [pvoz/h]}$$

$$C_3 = 829 \text{ [pvoz/h]} \quad G_8 = 1800 \text{ [pvoz/h]}$$

$$C_4 = 1172 \text{ [pvoz/h]} \quad C_6 = 1800 \text{ [pvoz/h]}$$

6.8. Rezerva kapacity

Rezerva kapacity křižovatky se stanovuje dvěma způsoby. Výsledkem první metody je rezerva vyjádřena v jednotkách [pvoz/h], výsledkem druhé metody je rezerva vyjádřená v procentech.

Rezerva kapacity v [pvoz/h] podle vzorce:

$$Rez = C_n - I_n$$

Pro vyjádření rezervy kapacity v procentech lze použít vzorec:

$$Rez = \left(1 - \frac{I_n}{C_n}\right) \cdot 100$$

Výsledky rezervy kapacity pro jednotlivé dopravní proudy:

$$Rez_2 = 578 \text{ [pvoz/h]} \quad Rez_2 = 96,2 \text{ [%]}$$

$$Rez_3 = 786 \text{ [pvoz/h]} \quad Rez_3 = 94,8 \text{ [%]}$$

$$Rez_4 = 1131 \text{ [pvoz/h]} \quad Rez_4 = 96,5 \text{ [%]}$$

$$Rez_6 = 1717 \text{ [pvoz/h]} \quad Rez_6 = 95,4 \text{ [%]}$$

$$Rez_7 = 1682 \text{ [pvoz/h]} \quad Rez_7 = 93,4 \text{ [%]}$$

$$Rez_8 = 1761 \text{ [pvoz/h]} \quad Rez_8 = 97,8 \text{ [%]}$$

Nejmenší rezervu kapacity má dopravní proud 3. stupně č. 2. Tato rezerva činí 578 [pvoz/h], procentuálně 96,2 %, z toho lze usoudit, že řešená křižovatka je na tom kapacitně velmi dobře.

6.9. Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy

Střední dobu zdržení jsem určil pomocí vztahu střední doby zdržení na kapacitě a její rezervě pomocí grafu na obrázku I. Nejvyšší rezerva kapacity na tomto grafu je 500 [pvoz/h], na řešené křižovatce mají všechny dopravní proudy hodnotu vyšší než je tato mez proto lze s jistotou říct, že střední doba t_w všech dopravních proudů bude menší než 7 sekund a úroveň kvalita dopravy má hodnotu A podle tabulky VI.

Výsledky střední doby zdržení dopravních proudů:

$$t_{w2} = < 7 \text{ [s]}$$

$$t_{w6} = < 7 \text{ [s]}$$

$$t_{w3} = < 7 \text{ [s]}$$

$$t_{w7} = < 7 \text{ [s]}$$

$$t_{w4} = < 7 \text{ [s]}$$

$$t_{w8} = < 7 \text{ [s]}$$

Hodnoty úrovně kvality dopravy:

$$UKD_2 = A$$

$$UKD_6 = A$$

$$UKD_3 = A$$

$$UKD_7 = A$$

$$UKD_4 = A$$

$$UKD_8 = A$$

6.10. Stanovení délky fronty

Délka fronty na vjezdech do neřízené křižovatky se dimenzuje na 95 % pravděpodobnost uvažované délky fronty. Znamená to, že v 95 % času během špičkové hodiny je fronta kratší než udává hodnota $N_{95\%}$, ve zbývajících 5 % času se připouští fronta vozidel delší. Délka fronty je určena podle obrázku II na základě stupně vytížení a_v a hodnoty C_n . [9]

Stupeň vytížení je dán následujícím vztahem:

$$a_v = \frac{I_n}{C_n}$$

Výsledné hodnoty stupně vytížení:

$$a_{v2} = 0,04 [-]$$

$$a_{v6} = 0,05 [-]$$

$$a_{v3} = 0,05 [-]$$

$$a_{v7} = 0,07 [-]$$

$$a_{v4} = 0,04 [-]$$

$$a_{v8} = 0,02 [-]$$

Výsledné hodnoty délky fronty:

Délka fronty na vjezdech byla určena pomocí grafu na obrázku II. V tomto případě výsledky ukázaly, že délka fronty na křižovatce nepřesáhne 1 metr. V tabulce VII jsou přehledně uvedeny výsledky kapacitního výpočtu stykové křižovatky v současném stavebním uspořádání pro rok 2016.

$$N_{95\%,2} = < 1,0 \text{ [m]}$$

$$N_{95\%,6} = < 1,0 \text{ [m]}$$

$$N_{95\%,3} = < 1,0 \text{ [m]}$$

$$N_{95\%,7} = < 1,0 \text{ [m]}$$

$$N_{95\%,4} = < 1,0 \text{ [m]}$$

$$N_{95\%,8} = < 1,0 \text{ [m]}$$

Výsledky kapacitního výpočtu řešené křižovatky jsou velmi dobré. Úroveň kvality dopravy je na všech dopravních proudech stupně A, tedy doba zdržení je velmi malá a rezerva kapacity se pohybuje od 93,4 % do 97,8 %.

7. Výhledová intenzita dopravy pro rok 2038

Pro posouzení kapacity neřízené křižovatky byla provedena prognóza intenzity dopravy na výhledové období. Plán přestavby křižovatky je určený na rok 2018, výhledový rok je spočten na období dvaceti let, tedy na rok 2038. Při výpočtu prognózy intenzit automobilové dopravy bylo postupováno podle technických podmínek *TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy* [11]. Prognózu intenzit automobilové dopravy jsem provedl pomocí jednotného součinitele růstu, ta vychází z předpokladu stejného růstu intenzit dopravy na komunikacích stejného typu. Výhledová intenzita je odvozena z intenzity výchozí na dané komunikaci a s koeficienty prognózy intenzit dopravy. Koeficienty vývoje intenzity dopravy jsou převzaty z *TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy (II. vydání)* [12]. Podrobný výpočet se nachází v příloze 3.

Rozdělení vozidel na jednotlivé skupiny:

Prognóza se zpracovává odděleně pro dvě základní skupiny vozidel, tj. pro lehká a těžká vozidla. Přiřazení jednotlivých vozidel k příslušné základní skupině vozidel je znázorněno v tabulce 5.

Tabulka 5 – Základní skupiny vozidel pro prognózu intenzit dopravy

<i>Základní skupina vozidel</i>	<i>Druh vozidla</i>
L – lehká	M – motocykly, O – osobní automobily
T – těžká	N – nákladní automobily, A – autobusy, K – nákladní soupravy

Typ pozemní komunikace:

Použití jednotlivých koeficientů vývoje intenzity dopravy je v závislosti na typu komunikace. V případě řešené křižovatky se jedná o silnici II. a III. třídy. Přehled komunikací v tabulce VIII.

Určení jednotlivých koeficientů:

Výpočet je proveden pro jednotlivé základní skupiny vozidel. Podrobný přehled výpočtu je k nalezení v příloze příloze 3.

Koeficient prognózy intenzit dopravy pro lehká vozidla:

$$k_{pi} = 1,36 [-]$$

Koeficient prognózy intenzit dopravy pro těžká vozidla:

$$k_{pi} = 1,04 [-]$$

7.1. Výpočet výhledové intenzity dopravy špičkové hodiny

Výhledová intenzita dopravy špičkové hodiny se vypočte jako násobek výchozí intenzity dopravy špičkové hodiny a koeficientu prognózy intenzit dopravy. Dále celková výhledová intenzita dopravy špičkové hodiny I_v , se skládá z výhledové intenzity dopravy špičkové hodiny pro lehká a těžká vozidla. Výpočet se provede pomocí následujících vzorců:

$$I_{vi} = I_{0i} \cdot k_{pi}$$

Celková výhledová špičková intenzita dopravy:

$$I_v = \sum_{i=L,T} I_{vi} = 429 + 33 = 462 [\text{voz/h}]$$

7.2. Výpočet výhledové denní intenzity dopravy

Výhledová intenzita denní dopravy se vypočte jako násobek výchozí denní intenzity dopravy a koeficientu prognózy intenzit dopravy. Celková výhledová denní intenzita dopravy I_v se skládá z výhledové denní intenzity dopravy pro lehká a těžká vozidla. Výpočet se provede pomocí následujících vzorců:

$$I_{vi} = I_{0i} \cdot k_{pi}$$

Celková výhledová špičková intenzita dopravy:

$$I_v = \sum_{i=L,T} I_{vi} = 4639 + 385 = \mathbf{5024} \text{ [voz/h]}$$

8. Konfliktní situace

Součástí dopravního průzkumu bylo pořízení kamerového záznamu pro účel sčítání intenzity vozidel. Tento záznam byl použit jako podklad pro vyhodnocení konfliktních situací a chování účastníků silniční dopravy na řešené úrovňové křižovatce. Konfliktní situace je okamžik v silničním provozu kdy vzniká (nebo může vzniknout) pro některé jeho účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí. Metoda je založená na metodice sledování konfliktních situací od doc. Ing. Jana Folprechta, Ph.D. [20]. Tyto situace jsou rozděleny na čtyři stupně podle jejich závažnosti.

- 1. nejnižší stupeň – situace, které lze považovat za potenciální konfliktní situace, tehdy kdy jde o porušování dopravních předpisů v té chvíli osamoceným účastníkem dopravy (to znamená bez přítomnosti jiných, které by mohla taková akce ohrozit)
- 2. stupeň – situace, kdy lze pozorovat narušení plynulosti provozu, to znamená anomálie, které nevyvolávají násilnou reakci, ale váhání, agresivita či prosté chybné jednání je zřejmé a má za následek reakci dalších účastníků
- 3. stupeň – situace, kdy jedině prudká úhybná akce (ostré brzdění nebo náhlé vybočení) zamezí střetu

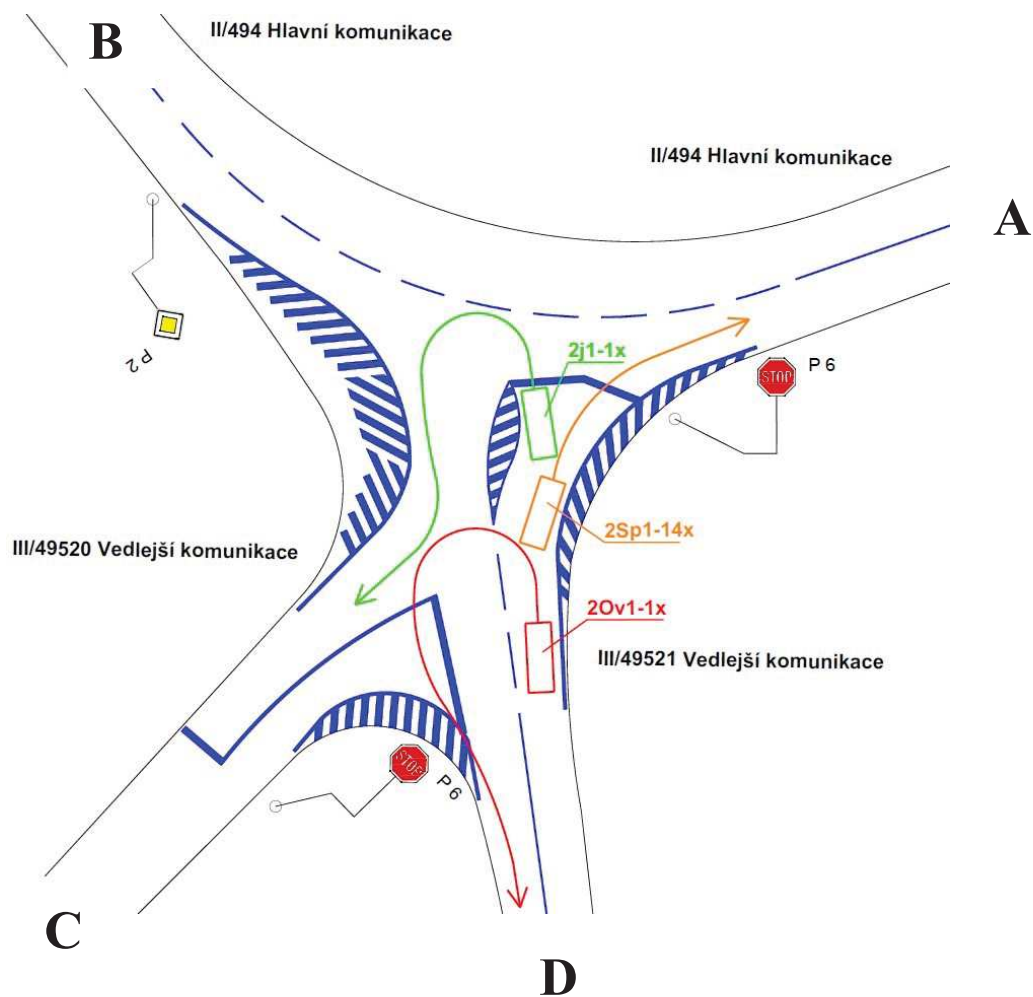
- 4. stupeň – situace kdy dojde k dopravní nehodě

Další rozdělení konfliktních situací je podle klasifikačního symbolu, který se skládá ze tří částí. První část obsahuje číslici udávající účastníky konfliktu, dále je to symbol z písmene nebo písmen vyjadřující způsob vzniku konfliktní situace, poslední část je opět číslice, která udává závažnost konfliktní situace. Za klasifikačním symbolem se ještě umísťuje pomlčka a počet konfliktních situací stejného typu.

- **První znak:** 2 = automobil
- **Druhý znak:** j = špatný způsob jízdy křižovatkou; Sp = nezastavení na značce P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“; Ov = otáčení vozidla v křižovatce; Zs = zastavení vozidla v křižovatce; jp = najetí vozidla do protisměru; js = najetí vozidla na dopravní stín
- **Třetí znak:** klasifikační symbol označující závažnost konfliktu podle stupňů uvedený výše, tzn. Čísly 1 až 3, resp. 4 (dopravní nehoda)

8.1. Výsledky konfliktních situací

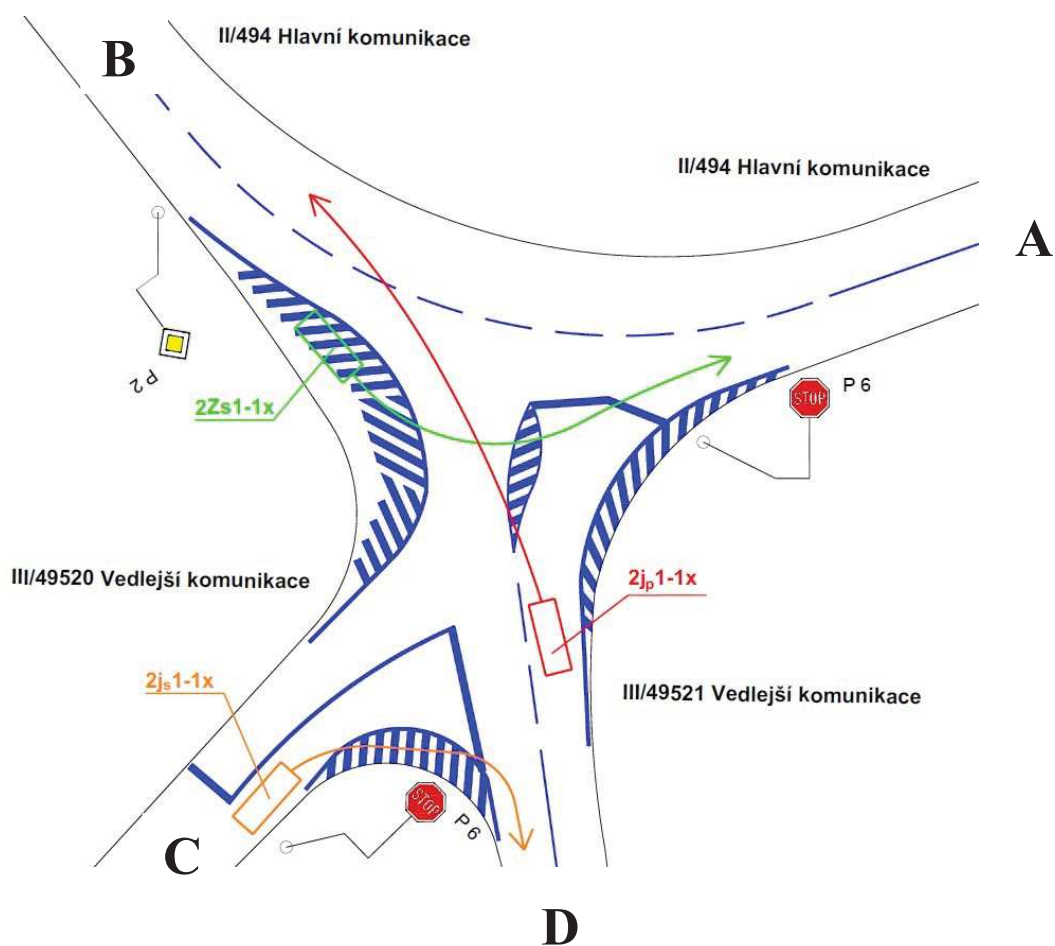
Během sledování kamerového záznamu od 14:00 do 17:00 jsem zaznamenal celkem 19 konfliktních situací, ve kterých účastníci provozu nerespektovali dopravní předpisy. Podrobné schémata jsou na obrázcích č. 17 a č. 18. Během záznamu nedošlo ke konfliktní situaci mezi dvěma a více účastníky provozu.



Obrázek č. 17 – Schéma konfliktních situací 1

Komentář k obrázku č. 17 – schéma konfliktních situací 1

Oranžovou barvou jsou znázorněna vozidla, která jela z ramen C a D do ramene A a nerespektovala svislé dopravní značení P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“. Červenou barvou je znázorněné vozidlo, které přijíždělo z ramene D, v místě křižovatky zastavilo, a vrátilo se ve směru příjezdu ramenem D. Zelenou barvou je označeno vozidlo, které jelo z ramene D do ramene C, z důvodu špatné orientace v křižovatce nesprávně použilo dopravní stín.



Obrázek č. 18 – Schéma konfliktních situací 2

Komentář k obrázku č. 18 – schéma konfliktních situací 2

Červenou barvou je označeno vozidlo, které přijíždělo z ramene D do ramene B a nerespektovalo vodorovné dopravní značení V 13a tzv. „dopravní stín“. Zelenou barvou je znázorněno vozidlo, které přijíždělo z ramene B, zastavilo na vodorovném dopravním značení V 13a tzv. „dopravní stín“ a poté pokračovalo v jízdě do ramene A. Oranžovou barvou je znázorněno vozidlo, které přijíždělo z ramene C do ramene D a nerespektovalo vodorovné dopravní značení V 13a tzv. „dopravní stín“.

9. Návrhy řešení variant

Celkem byly navrženy tři varianty přestavby úroňové křižovatky. Jejich návrh probíhal v souladu s českými technickými normami ČSN 73 6102 – *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [13], ČSN 73 6101 – *Projektování silnic a dálnic* [14] a ČSN 73 6425-1 – *Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště – Část 1: Navrhování zastávek* [15]. Dále technické podmínky TP 135 – *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích* [16], TP 133 – *Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [17] a TP 170 – *Navrhování vozovek pozemních komunikací* [18]. Podklady pro zaměření stávajícího stavu křižovatky zapůjčil Český úřad zeměměřický [19]. Jednotlivé varianty byly ověřeny vlečnými křivkami vozidel nákladní soupravy délky 16,5 m a autobusem délky 15 m pomocí programu Auto TURN. Kapacitní posouzení na výhledový rok 2038 nepřekročilo hodnotu 18 000 voz/den, nebylo tedy potřeba provést posudek. V kapitole 7. 2. byla stanovena prognóza dopravy celkem 5024 voz/den.

Přehled variant:

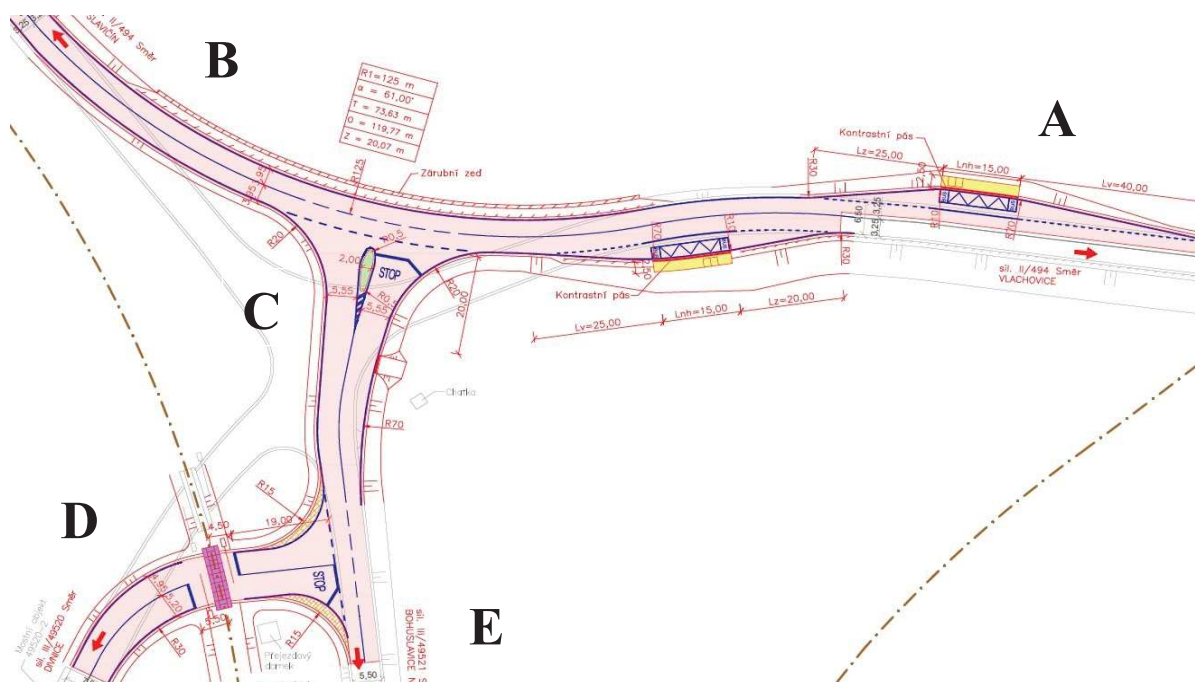
- Varianta 1 – dvě odsazené stykové křižovatky
- Varianta 2 – styková a okružní křižovatka
- Varianta 3 – dvě odsazené stykové křižovatky, jedna s odbočovacím pruhem vlevo

9.1. Varianta 1 – dvě odsazené stykové křižovatky

Prvním návrhem je varianta, při které dojde k nahrazení nevhodného křížení hlavní komunikace silnice II/494 směrovým obloukem na jehož vnějším okraji bude připojena vedlejší komunikace silnice III/49521 s kapkovitým ostrůvkem a dále silnice III/49520 se napojí na silnici III/49521, v návrhu se taktéž počítá s vybudováním nového železničního přejezdu a zastávek pro autobusovou dopravu na hlavní komunikaci.

9.2.1. Návrhové parametry varianty 1

Na stávající ramena hlavní komunikace silnice II/494 ve směru na Slavičín a Vlachovice byl navázán směrový oblouk o poloměru 120 m, kterým se odstraní nevyhovující úhel křížení hlavní komunikace s vedlejší, zalomená přednost a špatný rozhled při odbočování vlevo ze směru Vlachovice na silnici III/49521 ve směru na Bohuslavice nad Vlárí. Oblouk je napojen na původní přímé úseky délky 20 m ve směru na Vlachovice a 30 m ve směru na Slavičín, dále následují protisměrné oblouky. V tomto oblouku došlo k rozšíření jízdních pruhů a to na vnitřní i vnější straně o 0,2 m, jelikož se jedná o pruhy šířky 3,0 m tak se připočte ještě 0,5 m. Celkové rozšíření je 0,7 m podle ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [13]. Vedení trasy přechodnicovým obloukem není možné, jeho realizace by zahrnovala demolici mostního objektu, vybudování nového mostního objektu a vedení v zářezu, přičemž výška zárubních zdí by překročovala 7 m.



Rameno A

Jde o silnici II/494 směrem od Vlachovic. Rameno A tvoří s ramenem B hlavní pozemní komunikaci stykové křižovatky. Dopravní proud je doplněn vodícími proužky v šířce 0,25 m. Rozšíření v oblouku o poloměru 120 m činí celkově 0,7 m, šířka obousměrné komunikace je tedy 7,4 m mezi vodícími proužky. Na rameni A jsou vybudovány v obou směrech zastávkové zálivy pro autobusovou dopravu v šířkách 3,5 m. Ve směru na Vlachovice má délku 60 m. Skládá se z vyřazovacího úseku $L_v = 25$ m, délky nástupní hrany $L_{NH} = 15$ m a délky zařazovacího úseku $L_z = 20$ m. V opačném směru má délku 80 m. Skládá se z vyřazovacího úseku $L_v = 40$ m, délky nástupní hrany $L_{NH} = 15$ m a z délky zařazovacího úseku $L_z = 25$ m. Nástupiště zastávek je navrženo v šířce 2,5 m s kontrastním pásem. Rozměry autobusového zálivu jsou navrženy dle ČSN 6425 - 1 [15], z důvodu směrového oblouku a blízké křižovatky hodnoty vyřazovacího a zařazovacího úseku neodpovídají doporučeným hodnotám, ale jejich délky nejsou menší, než stanovuje norma. Povrch autobusového zálivu bude tvořen cementobetonovou vozovkou. Na nástupišťích jsou osazeny přístřešky, ačkoliv počet cestujících je minimální tak při přestupech mezi jednotlivými linkami zajistí ochranu před nepřízní počasí. Rychlost na hlavní komunikaci je omezena na 50 km/h z důvodu rozhledových poměrů.

Rameno B

Jedná se o silnici II/494 směrem od Slavičina. Rameno B tvoří s ramenem A hlavní pozemní komunikaci stykové křižovatky. Dopravní proud je doplněn vodícími proužky v šířce 0,25 m. Rozšíření v oblouku o poloměru 120 m činí celkově 0,7 m, šířka obousměrné komunikace je tedy 7,4 m mezi vodícími proužky. Vnitřní strana oblouku je opatřena zárubní zdí délky 98 m, kterou tvoří gabiony maximální výšky 4,5 m. Vozovka je od zárubní zdi oddělena ocelovými svodidly NH4, nad gabionovou stěnou je zřízen náhorní příkop.

Rameno C

Jde o napojení silnice III/49521 směrem od Bohuslavic nad Vlárí. Rameno C se napojuje na hlavní pozemní komunikaci II/494 na vnější straně oblouku pomocí dvou nároží a kapkovitým ostrůvkem. Vjezdový a výjezdový poloměr je roven 20 m, dopravní proudy jsou doplněny vodícími proužky v šířce 0,25 m. Kapkovitý ostrůvek upozorňuje na připojení vedlejší

komunikace jeho šířka je 2 m zaoblený podle vlečných křivek návrhových vozidel a odsazený od okraje přilehlých vozíkových pruhů o 0,5 m včetně vozíkového proužku šířky 0,25 m tvořící s šikmými rovnoběžnými čarami dopravní stín kolem ostrůvku. Zaoblení obrub obou čel ostrůvku je provedeno poloměrem 0,5 m. Šířky jízdních pruhů včetně rozšíření jsou navrženy na 5,55 m podle ČSN 6102 [13]. Délka kapkovitého ostrůvku je 20 m, v blízkosti je také původní sjezd k pozemku na parcele 579/1. Lom větve na příjezdu k ostrůvku je zaoblen poloměrem 70 m. Rozhledové poměry ukázaly nutnost osazení značky P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“. Rameno C se napojuje na rameno E a tvoří, sním hlavní komunikaci. Šířka na vjezdu je zachována v šířce jízdních pruhů 2,75 m a s celkovou šířkou vozovky 5,5 m s postupným rozšířením směrem ke stykové křižovatce se silnicí II/494. Jízdní pruhy jsou doplněny podélnou čarou souvislou v šířce 0,125 pro oddělení protisměrných jízdních pruhů.

Rameno D

Za mostem je původní trasa odkloněna pomocí vnitřního oblouku o poloměru 30 m. V tomto oblouku došlo k rozšíření jízdních pruhů a to na vnitřní straně o 1,45 m a vnější straně o 1,2 m, jelikož se jedná o pruhy šířky 3,0 m tak se připočte ještě 0,5 m. Celkové rozšíření je 1,95 m na vnitřní straně a 1,7 m na vnější straně podle ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [13]. Před křižovatkou se nachází nově vybudovaný železniční přejezd se světelným zabezpečovacím zařízením a závorami, vzdálenost nebezpečného pásma od hranice křižovatky je 19 m, tato hodnota je dostatečná pro návrhové vozidlo. Jedná se o napojení silnice III/49520 ve směru od Divnic na silnici III/49521 pod úhlem 90° tvoří stykovou křižovatku, nároží je provedeno pomocí poloměrů o hodnotách 12 m a rozšířeno o dlážděnou srpovitou krajnici o poloměru 15 m, rozhledové trojúhelníky ukázaly, že křižovatka bude osazena značkou P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“ z důvodu špatného rozhledu na směr Bohuslavice nad Vlčí kde tomu brání přejezdový domek.

Rameno E

Jde o původní silnici III/49521 směrem od Bohuslavic nad Vlčí šířka jízdních pruhů je zachována 2,75 m a celková šířka vozovky činí 5,5 m doplněná podélnou čarou souvislou v šířce 0,125 m pro oddělení protisměrných jízdních pruhů. Tvoří s ramenem C hlavní komunikaci.

9.2. Varianta 2 – styková a okružní křižovatka

Tento návrh v sobě zahrnuje napojení silnice III/49520 ze směru Divnice na silnici III/49521 stykovou úroňovou křižovatkou a v místě původní křižovatky vznikne okružní křižovatka s jedním pruhem a jednopruhovými vjezdy a výjezdy, tato varianta zahrnuje nejmenší zábor pozemků, také minimální výkopové a bourací práce s nákladným odvozem materiálu jako je tomu v první variantě, v návrhu se taktéž počítá s vybudováním nového železničního přejezdu a zastávek pro autobusovou dopravu na hlavní komunikaci.

9.2.1. Návrhové parametry varianty 2

Návrh navazuje na původní ramena silnice II/494 ze směru od Slavičína, silnice II/494 ze směru od Vlachovic a silnice III/49521 ze směru od Bohuslavic nad Vlárí, čtvrté rameno je z důvodu blízkého železničního přejezdu a nevhodného napojení na okružní křižovatkou přeloženo na stávající silnici III/49521 stykovou úroňovou křižovatkou. Při příjezdu k okružní křižovatce po silnici II/494 jsou navrženy dělicí ostrůvky, které slouží jako zpomalovací prvek. V místě okružní křižovatky je také sjezd k pozemku č. 579/1.

Vnější průměr křižovatky

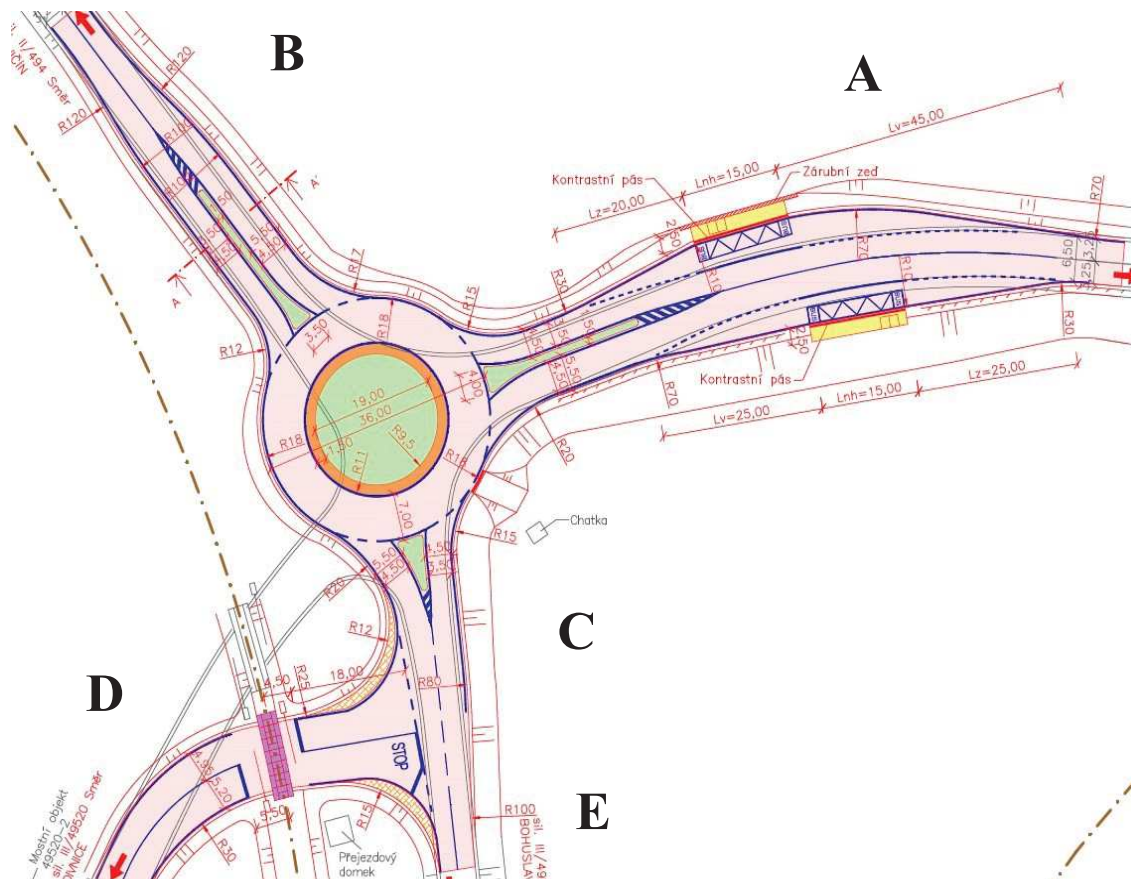
Průměr křižovatky byl navržen s průměrem 36m s ohledem na návrhová vozidla, kterým zajišťuje pohodlný průjezd křižovatkou tedy nákladním soupravám a autobusům délky 15 m.

Středový ostrov a prstenec

Průměr středového ostrova je 19 m. Pro zamezení destrukci obruby u středového ostrova vlivem pojíždění jízdními soupravami při průjezdu křižovatkou, byl navržen pojízdný prstenec šířky 1,5 m.

Okružní jízdní pás křižovatky

Je navržen šířky 7 m od zpevněné krajnice k pojízdnému prstenci na celé okružní křižovatce.



Obrázek č. 20 – Varianta 2

Větev A

Původní větev je rozšířena na navrhovanou šířku jízdních pruhů a směrovacího ostrůvku. Vjezdová větev má šířku 3,5 m mezi vodícími proužky a byla přidána zpevněná krajnice šířky 0,25 m, vzdálenost konce zpevněné krajnice od obruby směrovacího a dělicího ostrůvku je 4,5 m. Poloměr vjezdu byl navržen podle vlečných křivek v programu Auto TURN a to v hodnotě 15 m. Nároží u vjezdové větve je zaobleno poloměrem 20 m. Dělicí ostrůvek mezi vjezdem a výjezdem je navržen v šířce 1,5 m a směrem ke křižovatce se rozšiřuje na šířku 4 m, délka dělicího ostrůvku je 25 m. Výjezdová větev má šířku 4,5 m mezi vodícími proužky a 5,5 m mezi obrubou dělicího ostrůvku a zpevněnou krajnicí. Před vjezdem do okružní křižovatky a za výjezdem z okružní křižovatky jsou umístěny autobusové zastávky v zálivu, šířka zastávkového pruhu je 3,5 m. Ve směru na Vlachovice má délku 65 m. Skládá se

z vyřazovacího úseku $L_v = 25$ m, délky nástupní hrany $L_{NH} = 15$ m a délky zařazovacího úseku $L_z = 25$ m. V opačném směru má délku 80 m. Skládá se z vyřazovacího úseku $L_v = 45$ m, délky nástupní hrany $L_{NH} = 15$ m a z délky zařazovacího úseku $L_z = 20$ m. Nástupiště zastávek je navrženo v šířce 2,5 m s kontrastním pásem. Rozměry autobusového zálivu jsou navrženy dle ČSN 6425 - 1 [15]. Na nástupišťích jsou osazeny přístřešky a u vjezdové větve je za zastávkou provedena gabionová zárubní zeď v délce 19 m a výšky 1,5 m.

Větev B

Šířkové uspořádání vjezdové a výjezdové větve je stejné jako u větví A. Nároží výjezdové větve je zaobleno poloměrem 17 m a vjezdová větev poloměrem o hodnotě 12 m. Napojení původního uspořádání komunikace na rozšířenou nájezdovou a výjezdovou větev se směrovacím ostrůvkem je provedeno poloměry 120 m. Dělicí ostrůvek je délky 23 m, šířky 1,5 m a směrem ke křižovatce se rozšiřuje na hodnotu 3,5 m.

Větev C

Šířka vjezdové a výjezdové větve je shodná s předchozími větvemi A a B. Délka dělicího ostrůvku je 8 m, nároží výjezdové větve je provedeno poloměrem 20 m a vjezdová větev má poloměr 15 m. Výjezdová větev navazuje na nároží stykové křižovatky a tvoří s ramenem E hlavní pozemní komunikaci.

Rameno D

Jeho provedení je shodné s ramenem D u varianty 1, pouze nároží s ramenem C je zaobleno menším poloměrem a to 11 m, přičemž je přidána dlážděná srpovitá krajnice o poloměru 12 m, vzdálenost nebezpečného pásma od hranice křižovatky je 18 m, tato hodnota je dostatečná pro návrhové vozidlo.

Rameno E

Toto rameno je shodné s ramenem E ve variantě 1.

směrech zastávkové zálivy pro autobusovou dopravu v šířkách 3,5 m. Ve směru na Vlachovice má délku 60 m. Skládá se z vyřazovacího úseku $L_v = 25$ m, délky nástupní hrany $L_{NH} = 15$ m a délky zařazovacího úseku $L_z = 20$ m. V opačném směru má délku 75 m. Skládá se z vyřazovacího úseku $L_v = 25$ m, délky nástupní hrany $L_{NH} = 15$ m a z délky zařazovacího úseku $L_z = 25$ m. Nástupiště zastávek je navrženo v šířce 2,5 m s kontrastním pásem. Rozměry autobusového zálivu jsou navrženy dle ČSN 6425 - 1 [15], z důvodu směrového oblouku a blízké křižovatky hodnoty vyřazovacího a zařazovacího úseku neodpovídají doporučeným hodnotám, ale jejich délky nejsou menší, než stanovuje norma. Povrch autobusového zálivu, osazení přístřešků a snížená povolená rychlost odpovídá návrhu u varianty 1. Návrh stykové křižovatky s odbočovacím pruhem vlevo byl proveden podle ČSN 73 6102 [13]. Délka rozšiřovacího klínu L_r je navržena na 65 m, délka vyřazovacího L_v úseku 35 m, zpomalovací úsek L_d délky 50 m s ohledem na podélný sklon – 6 % směrem ke křižovatce. Délka čekacího úseku L_c je navržena podle návrhového vozidla zaokrouhlена na 20 m. Šířka odbočovacího pruhu je zvětšena z důvodu oblouku o 0,7 m, celková šířka je tedy 3,7 m.

Rameno B

Jde o silnici II/494 ve směru od Slavičina, komunikace je rozšířená z důvodu oblouku a ochranného dopravního stínu. Vnitřní strana oblouku je opatřena zárubní zdí délky 116 m, kterou tvoří gabiony maximální výšky 4,5 m. Vozovka je od zárubní zdi oddělena ocelovými svodidly NH4, nad gabionovou stěnou je zřízen náhorní příkop.

Rameno C

Jde o napojení silnice III/49521 směrem od Bohuslavic nad Vlárí. Rameno C se napojuje na hlavní pozemní komunikaci II/494 na vnější straně směrového oblouku pomocí dvou nároží a kapkovitým ostrůvkem. Vjezdový a výjezdový poloměr je roven 20 m, dopravní proudy jsou doplněny vodícími proužky v šířce 0,25 m. Kapkovitý ostrůvek upozorňuje na připojení vedlejší komunikace jeho šířka je 2 m zaoblený podle vlečných křivek návrhových vozidel a odsazený od okraje přilehlých vodících pruhů o 0,5 m včetně vodícího proužku šířky 0,25 m tvořící s šikmými rovnoběžnými čarami dopravní stín kolem ostrůvku. Zaoblení obrub obou čel ostrůvku je provedeno poloměrem 0,5 m. Šířky jízdních pruhů včetně rozšíření jsou navrženy na 5,55 m podle ČSN 6102 [13]. Délka kapkovitého ostrůvku je zkrácena s původně 40 m na

35,5 m z důvodu blízké stykové křižovatky, na rameno C je také napojen původní sjezd k pozemku na parcele 579/1. Lom větve na příjezdu k ostrůvku je zaoblen poloměrem 70 m. Rozhledové poměry ukázaly nutnost osazení značky P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“. Rameno C se napojuje na rameno E a tvoří, sním hlavní komunikaci. Jízdní pruhy jsou doplněny podélnou čarou souvislou v šířce 0,125 pro oddělení protisměrných jízdních pruhů.

Rameno D

Jeho parametry jsou shodné s ramenem D varianty 1. Vzdálenost nebezpečného pásma od hranice křižovatky je 16,5 m, tato hodnota je dostatečná pro návrhové vozidlo.

Rameno E

Návrh je shodný s ramenem E ve variantě 1.

10. Vyhodnocení nejlepších varianty

Hlavním cílem práce bylo navrhnout úpravy stávajícího stavu křižovatky a zvýšit bezpečnost a plynulost provozu. Daná dvě hlediska měla v hodnocení nejvyšší váhu. Byly navrženy celkem tři varianty řešení. Prvním návrhem jsou dvě odsazené stykové křižovatky. Druhým návrhem je styková a okružní křižovatka. Třetím návrhem jsou dvě odsazené stykové křižovatky, jedna z nich je s odbočovacím pruhem vlevo. Při návrhu všech tří variant musel být vybudován nový železniční přejezd se světelným zabezpečovacím zařízením a závorami. V každé variantě jsou také vybudovány nové autobusové zastávky v zálivu. Každému z hodnocených kritérií byla přiřazena váha důležitosti v rozsahu 1-10 (10 – nejdůležitější, 1 – nejméně důležité). Následně byla kritéria obodována body 1 – 10 (1 – nejhorší, 10 – nejlepší).

10.1. Přehled kritérií

Bezpečnost

Při vyhodnocení tohoto kritéria byly v každé variantě sečteny kolizní body, které se nachází v nově navržených křižovatkách. Význam bezpečnosti má hodnotu 10.

Plynulost provozu

Co nejlepší plynulý průjezd křižovatkou bez většího zdržení, vhodné napojení autobusových zálivů na komunikaci, posuzoval jsem především možnost zdržení při odbočování vozidel z hlavní komunikace vlevo. Význam plynulosti provozu má hodnotu 8.

Zábor pozemků

Při vyhodnocování tohoto kritéria byly u každé varianty sečteny plochy nového návrhu, které se při realizaci musí odkoupit. Významnost záboru pozemků má hodnotu 4.

Ekonomické kritérium

Pro posouzení tohoto kritéria hrál významnou roli odklon trasy a tím i vysoké náklady na nově budovanou cestu v zářezu s nutností opěrných zdí a demoliční práce. Významnost ekonomického kritéria má hodnotu 6.

Vzdálenost autobusových zastávek

Zde byla posuzována vzdálenost autobusových zastávek od místní zástavby. Významnost tohoto kritéria má hodnotu 2.

Vzdálenost hranice křižovatky od nebezpečného pásma přejezdu

V každé variantě byla změřena vzdálenost nebezpečného pásma železničního přejezdu k hranici křižovatky. Významnost má hodnotu 3.

Tabulka 6 – Vyhodnocení variant

	KRITÉRIUM	VÁHA	BODY	HODNOCENÍ	SOUČET	POŘADÍ
VARIANTA 1	Bezpečnost	10	6	60	191	2
	Plynulost provozu	8	5	40		
	Zábor pozemků	4	6	24		
	Ekonomické kritérium	6	4	24		
	Vzdálenost zastávek	2	8	16		
	Vzdálenost železničního přejezdu	3	9	27		
VARIANTA 2	Bezpečnost	10	8	80	270	1
	Plynulost provozu	8	8	64		
	Zábor pozemků	4	10	40		
	Ekonomické kritérium	6	7	42		
	Vzdálenost zastávek	2	10	20		
	Vzdálenost železničního přejezdu	3	8	24		
VARIANTA 3	Bezpečnost	10	6	60	185	3
	Plynulost provozu	8	7	56		
	Zábor pozemků	4	5	20		
	Ekonomické kritérium	6	2	12		
	Vzdálenost zastávek	2	8	16		
	Vzdálenost železničního přejezdu	3	7	21		

10. 2. Vyhodnocení

Součet bodů u následujících variant ukázal jejich pořadí. Jako nejhorší varianta se ukázala varianta 3 (dvě odsazené stykové křižovatky, jedna s odbočovacím pruhem vlevo), tato variant by byla z ekonomického hlediska velice náročná v porovnání s ostatními variantami, ačkoliv přidání odbočovacího pruhu vlevo by zlepšilo plynulost provozu v porovnání s variantou 1. Na druhém místě skončila varianta 1 (dvě odsazené stykové křižovatky), daná variant je stejně jako variant 3 z ekonomického hlediska nevýhodná. Vítězná je varianta 2 (styková a okružní křižovatka), tato varianta zahrnuje nejmenší množství bouracích prací, nově budované komunikace s minimálním zábořem pozemků a nejbezpečnější řešení.

11. Rozpracování výsledné varianty

Varianta, která v multikriteriálním hodnocení získala nejvíc bodů je detailně rozpracována. Obsahuje výkres vodorovného a svislého značení v příloze 12 a 13, rozhledové poměry v příloze 9. Dále ověření vlečných křivek v příloze 10 a 11 a také vzorový příčný řez ostrůvkem na větvi B v příloze 14.

11. 1. Návrh svislého a vodorovného dopravního značení

Výpis vodorovného dopravního značení je v tabulce 8 a svislého dopravního značení v tabulce 7.

Tabulka 7 – Výpis svislého dopravního značení

OZNAČENÍ	NÁZEV	ZAŘAZENÍ	POČET [ks]
A 22	Jiné nebezpečí	Výstražné značky	2
A 31c	Návěstní deska (80 m)	Výstražné značky	2
A 32a	Výstražný kříž pro železniční přejezd jednokolejný	Výstražné značky	2
B 16	Zákaz vjezdu vozidel, jejichž výška přesahuje vyznačenou mez	Zákazové značky	2
B 20a – 70	Nejvyšší dovolená rychlost	Zákazové značky	2
B 20a - 50	Nejvyšší dovolená rychlost	Zákazové značky	3
C 1	Kruhový objezd	Příkazové značky	3
C 4a	Příkázaný směr objíždění vpravo	Příkazové značky	3
C 4c	Příkázaný směr objíždění vpravo a vlevo	Příkazové značky	3
E 7a	Směrová šipka	Dodatkové tabule	2
IJ 4b	Zastávka	Informační značky jiné	2
IS 9b	Návěst před křižovatkou	Informační značky směrové	3
P 2	Hlavní pozemní komunikace	Značky upravující přednost	2
P 3	Konec hlavní pozemní komunikace	Značky upravující přednost	1
P 4	Dej přednost v jízdě	Značky upravující přednost	3
P 6	Stůj, dej přednost v jízdě!	Značky upravující přednost	1
Z 3	Vodící tabule	Dopravní zařízení	3
Z 4b	Směrová deska pravá	Dopravní zařízení	3

Tabulka 8 – Výpis vodorovného dopravního značení

OZNAČENÍ	NÁZEV	ROZMĚR [m]
V 1a	Podélná čára souvislá	0,125
V 2b	Podélná čára přerušovaná	1,5/1,5/0,25
V 2b	Podélná čára přerušovaná	3/1,5/0,25
V 4	Vodící čára	0,25
V 4	Vodící čára	0,5/0,5/0,25
V 5	Příčná čára souvislá	0,5
V 11a	Zastávka autobusu	0,125 (výška nápisu 1 m)
V 13a	Šikmé rovnoběžné čáry	0,5/0,5

11. 2. Návrh vozovek

Skladba vozovky byla navržena podle TP 170 *Navrhování vozovek pozemních komunikací* [18]. Návrhová úroveň porušení vozovky byla stanovena D1. Třída dopravního zatížení byla stanovena podle počtu těžkých nákladních vozidel na návrhové období, $TNV_k = 385 \text{ voz/den}$, tomu odpovídá třída dopravního zatížení IV. Podloží v místě křižovatky je typu PIII – nebezpečně namrzavé podloží. Výslednou skladbou vozovky je:

D1 - N - 2 - IV - PIII.

Asfaltový beton pro obrusné vrstvy	ACO 11	40 mm	ČSN EN 13108 – 1
Asfaltový beton pro ložní vrstvy	ACL 16+	60mm	ČSN EN 13108 – 1
Asfaltový beton pro podkladní vrstvy	ACP 16+	50mm	ČSN EN 13108 – 1
Štěrkodrt' frakce 0 – 32	ŠD _A	150 mm	ČSN EN 13 043
Štěrkodrt' frakce 0 – 32	ŠD _A min.	150 mm	ČSN EN 13 043
Konstrukce vozovky celkem	min.	450 mm	

Minimální modul přetvárnosti na plání $E_{\text{def}} = 45 \text{ MPa}$

Navržená skladba vozovky autobusového zálivu je navržena podle počtu zastavujících autobusů v počtu 37 voz/den. Dopravní zatížení spadá do třídy V. Podloží v místě křižovatky je typu PIII. Výslednou skladbou je:

D1 - T - 3 - V - PIII.

Cementobetonový kryt	CB II	210 mm	ČSN EN 13877 – 1
Štěrkodrt' frakce 0 – 32	ŠDA min.	200 mm	ČSN EN 13 043
Konstrukce vozovky celkem	min.	410 mm	

Minimální modul přetvárnosti na pláni $E_{\text{def}} = 45 \text{ MPa}$

11. 3. Ověření vlečných křivek vozidel

Při návrhu křižovatky byl využíván program AutoTURN, který ověřuje průjezdnost trasy daným směrodatným vozidlem. Rychlost při projíždění byla 10 km/h. Okružní křižovatka byla ověřena na nákladní soupravu NS 16,5 a autobus délky 15 m. Během ověřování nebyla zjištěna žádná místa, kde by směrodatná vozidla nemohla projet. Styková křižovatka byla ověřena pouze na autobus délky 15 m, jelikož nákladní souprava ve směru na Divnice nemá přístup. Při ověřování bylo nalezeno pouze jedno kritické místo, kdy při odbočování vpravo ve směru na Bohuslavice nad Vlárí musí autobus najet do protisměru, vzhledem k malé intenzitě dopravy, která ve špičkové hodině dosahovala hodnoty 20 vozidel v tomto směru, je tato skutečnost akceptovatelná.

11. 4. Rozhledové poměry

Rozhledy na okružní křižovatce jsou vyřešeny podle TP 135 *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích* [16]. Rozhled pro zastavení je 15 m od vnějšího okraje okružního jízdního pásu do vzdálenosti 25 m. Rozhled na stykové křižovatce je proveden podle ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [13], u této křižovatky bylo nutné osadit značku P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“, v rozhledu ve směru na Bohuslavice nad Vlárí brání přejezdový domek. Strana rozhledového trojúhelníku X_C je z důvodu blízké

okružní křižovatky v hodnotě 45 m pro rychlost 30 km/h, strana X_B je rovna 100 m pro rychlost 50 km/h.

11. 5. Předběžný rozpočet

Ceny jednotlivých položek byly stanoveny podle: *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury* [21] a *Sborník pro údržbu a opravy železniční infrastruktury* [22].

Tabulka 9 – Předběžný rozpočet

POLOŽKA	CENA	MĚRNÁ JEDNOTKA	POČET	CENA [Kč]
Odstranění stromů	226	Kč/ks	16	3 616
Odstranění povrchu - Asfaltu	730	Kč/m ²	2521	1 840 330
Úprava povrchu - svahování	25	Kč/m ²	1622	40 550
Hydroosev na ornici	40	Kč/m ²	1730	69 200
Dosypávky zeminy a zhutnění	210	Kč/m ³	476	99 960
Nová vozovka	900	Kč/m ²	3072	2 764 800
Žulové kostky	675	Kč/m ²	143	96 525
Silniční obrubníky	380	Kč/m	228	86 640
Vozovka zastávek	1568	Kč/m ²	392	614 656
Nástupiště	730	Kč/m ²	75	54 750
Přístřešky	46 000	Kč/ks	2	92 000
Gabionová zeď	5000	Kč/m	19	96 000
Vodorovné dopravní značení	415	Kč/m ²	283	117 445
Svislé dopravní značení	3000	Kč/ks	42	126 000
Přestavba železničního přejezdu	400 000	Ks	1	400 000
Prodloužení propustků	12 000	Kč/m	14	168 000
Kasselský obrubník	2200	Kč/ks	34	74 800
CELKOVÁ CENA				6 745 272

11. 6. Zábory pozemků

Pozemky, které je nutno odkoupit jsou: 2753/1 vlastníkem je obec Bohuslavice nad Vlárí, 580/7 - soukromý vlastník, 579/1 - Česká republika, 580/4 - soukromý vlastník, 2768/11 - Vodovody a kanalizace. Celková plocha činí 908,11 m².

12. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout tři varianty řešení přestavby křižovatky silnic II/494, III/49521 a III/49520 v obci Bohuslavice nad Vlárí a vybudování nových autobusových zastávek. Před projektováním jednotlivých návrhů, byly zpracovány výsledky z dopravního průzkumu. Jednalo se o určení špičkové hodiny, ročního průměru denních intenzit, úrovně kvality dopravy současného stavu, výhledové intenzity dopravy pro rok 2038 a vyhodnocení konfliktních situací. Tyto výsledky ukázaly, že křižovatka kapacitně vyhovuje, ale z hlediska bezpečnosti je nevyhovující. Vyhotovil jsem možné varianty rekonstrukce křižovatky, všechny varianty byly ověřeny návrhovými vozidly pomocí programu AutoTURN a navrženy s ohledem na rozhledové poměry. Vypracované varianty byly posouzeny dle multikriteriálního hodnocení a nejvhodnější řešení dále rozpracováno. Výsledná varianta obsahuje podrobné řešení vodorovného a svislého dopravního značení, dále navržení skladeb vozovky, zábor pozemků a předběžný rozpočet. Nejlépe ohodnocená byla varianta 2 – styková a okružní křižovatka, tato varianta vychází nejlépe jak z bezpečnostního tak i ekonomického hlediska a je doporučena k případné realizaci.

13. Seznam použitých zdrojů a literatury

- [1] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2017-25-04]. Dostupné z: <https://mapy.cz>
- [2] *Mapy Google* [online]. [cit. 2017-25-04]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>
- [3] Bohuslavice nad Vláří: obecní úřad. [*Bohuslavice nad Vláří*] [online]. [cit. 2017-25-04]. Dostupné z: <http://www.bohuslavicenadvlari.cz/obecni-urad.html>
- [4] Český statistický úřad: *Počet obyvatel v obcích České republiky k 1. 1. 2015* [online]. [cit. 2017-25-04]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20556287/1300721503.pdf/>
- [5] ČD Cargo: *Seznam manipulačních míst - ukončených k 1. 3. 2017* [online]. [cit. 2017-25-04]. Dostupné z: https://www.cdcargo.cz/documents/10179/14789/kontakty-manipulacni_mista.pdf/da09d8ac-b6ae-4c3b-b18c-6e60c3ba06f
- [6] *Revize TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích*. Ministerstvo dopravy odbor pozemních komunikací, 2013.
- [7] *Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. [cit. 2017-25-04]. Dostupné z: <http://www.jdvm.cz>
- [8] TP 189. *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, Technické podmínky, II*. EDIP s.r.o. 2012.
- [9] TP 188. *Posuzování kapacity neřízených úrovněvých křižovatek, Technické podmínky, EDIP s.r.o.* 2007.
- [10] *Městské komunikace a křižovatky: Kapacitní výpočet úrovněvých křižovatek* [online]. [cit. 2017-25-04]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/krizovatky-urov-kapacita5.htm>

- [11] TP 225. *Prognóza intenzit automobilové dopravy, Technické podmínky*, EDIP s.r.o. 2010.
- [12] TP 225. *Prognóza intenzit automobilové dopravy, Technické podmínky, II*, EDIP s.r.o. 2012.
- [13] ČSN 73 6102. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*. 2012.
- [14] ČSN 73 6101. *Projektování silnic a dálnic*. 2004.
- [15] ČSN 73 6425-1 – *Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště – Část 1: Navrhování zastávek*. 2007.
- [16] TP 135. *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích, Technické podmínky*, EDIP s.r.o. 2005.
- [17] TP 133. *Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích, Technické podmínky*, EDIP s.r.o. 2012.
- [18] TP 170. *Navrhování vozovek pozemních komunikací, Technické podmínky*, EDIP s.r.o. 2004.
- [19] Český úřad zeměměřický a katastrální [online]. [cit. 2017-25-04]. Dostupné z: <http://www.cuzk.cz>
- [20] Křivda, Vladislav. *Konfliktní situace v silniční dopravě* [online]. [cit. 2017-25-04]. Dostupné z: https://issuu.com/michdor/docs/m16_text_krivda
- [21] *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury* [online]. [cit. 2017-25-04]. Dostupné z: https://www.mmr.cz/getmedia/695b35fe-4e46-4550-9908-6e5709b35d72/2016_V_09_prumerne-ceny-di-a-ti.pdf?ext=.pdf
- [22] *Sborník pro údržbu a opravy železniční infrastruktury: ÚRS PRAHA, a.s.* 2013.

14. Seznam obrázků a tabulek

14. 1. Seznam obrázků

Obrázek č. 1 – Umístění daného území v rámci České republiky	12
Obrázek č. 2 – Širší dopravní vztahy	13
Obrázek č. 3 – Umístění území v okolí obce Bohuslavice nad Vlčí	14
Obrázek č. 4 – Širší dopravní vztahy v rámci obce	15
Obrázek č. 5 – Letecký snímek křižovatky z roku 2010	16
Obrázek č. 6 – Letecký snímek křižovatky z roku 2014	16
Obrázek č. 7 – Současný stav křižovatky	17
Obrázek č. 8 – Pohled na křižovatku z ramene A	18
Obrázek č. 9 – Pohled na křižovatku z ramene B	19
Obrázek č. 10 – Pohled na křižovatku z ramene C	20
Obrázek č. 11 – Pohled na křižovatku z ramene D	21
Obrázek č. 12 – Pohled na dopravní stín v místě křižovatky	22
Obrázek č. 13 – Dopravní nehodovost na křižovatce	23
Obrázek č. 14 – Označení proudů křižovatky a místo sčítání	25
Obrázek č. 15 – Pentlogram intenzit vozidel špičkové hodiny [voz/h]	27
Obrázek č. 16 – Označení proudů křižovatky pro úroveň kvality dopravy	30
Obrázek č. 17 – Schéma konfliktních situací 1	41
Obrázek č. 18 – Schéma konfliktních situací 2	42
Obrázek č. 19 – Varianta 1	44
Obrázek č. 20 – Varianta 2	48
Obrázek č. 21 – Varianta 3	50

14. 2. Seznam tabulek

Tabulka 1 – Celkový počet vozidel za dobu průzkumu	25
Tabulka 2 – Určení špičkové hodiny.....	26
Tabulka 3 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině [voz/h]	27
Tabulka 4 – Stupně podřazenosti dopravních proudů	30
Tabulka 5 – Základní skupiny vozidel pro prognózu intenzit dopravy.....	37
Tabulka 6 – Vyhodnocení variant	54
Tabulka 7 – Výpis svislého dopravního značení.....	55
Tabulka 8 – Výpis vodorovného dopravního značení.....	56
Tabulka 9 – Předběžný rozpočet	58

15. Seznam příloh

1. Stanovení ročního průměru denních intenzit
2. Úroveň kvality dopravy
3. Výhledová intenzita dopravy pro rok 2038
4. Situace širších vztahů, M 1:100 000
5. Původní stav, M 1:500
6. Varianta 1 – Situace stavebních úprav, M 1:500
7. Varianta 2 – Situace stavebních úprav, M 1:500
8. Varianta 3 – Situace stavebních úprav, M 1:500
9. Varianta 2 – Rozhledové poměry, M 1:500
10. Varianta 2 – Vlečné křivky BUS 15, M 1:1000
11. Varianta 2 – Vlečné křivky NS, M 1:1000
12. Varianta 2 – Vodorovné dopravní značení, M 1:500
13. Varianta 2 – Svislé dopravní značení, M 1:500
14. Varianta 2 – Vzorový příčný řez, M 1:50

Přílohy

1 – Stanovení ročního průměru denních intenzit

Přepoččet na denní intenzitu dopravy v den průzkumu

Osobní automobily: $\sum P_i^d = 7,62 + 8,12 + 7,77 = 23,51$ [%]

$$k_{m,d} = \frac{100\%}{\sum P_i^d} = \frac{100}{23,51} \doteq 4,25 [-]$$

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} = 800 \cdot 4,25 = \mathbf{3400 \text{ [voz/den]}}$$

Motocykly: $\sum P_i^d = 8,75 + 9,94 + 9,41 = 28,1$ [%]

$$k_{m,d} = \frac{100\%}{\sum P_i^d} = \frac{100}{28,1} \doteq 3,56 [-]$$

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} = 6 \cdot 3,56 \doteq \mathbf{22 \text{ [voz/den]}}$$

Nákladní automobily: $\sum P_i^d = 7,22 + 6,55 + 5,54 = 19,31$ [%]

$$k_{m,d} = \frac{100\%}{\sum P_i^d} = \frac{100}{19,31} \doteq 5,18 [-]$$

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} = 71 \cdot 5,18 \doteq \mathbf{368 \text{ [voz/den]}}$$

Autobusy: $\sum P_i^d = 7,36 + 7,14 + 6,33 = 20,83$ [%]

$$k_{m,d} = \frac{100\%}{\sum P_i^d} = \frac{100}{20,83} \doteq 4,80 [-]$$

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} = 16 \cdot 4,80 \doteq \mathbf{77 \text{ [voz/den]}}$$

Nákladní soupravy: $\sum P_i^d = 6,82 + 6,32 + 5,62 = 18,76$ [%]

$$k_{m,d} = \frac{100\%}{\sum P_i^d} = \frac{100}{18,76} \doteq 5,33 \text{ [-]}$$

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} = 4 \cdot 5,33 \doteq \mathbf{22 \text{ [voz/den]}}$$

Přepočet na týdenní průměr denních intenzit dopravy

Osobní automobily:

$$p_i^t = 107,9 \text{ [%]}$$

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{p_i^t} = \frac{100}{107,9} \doteq 0,93 \text{ [-]}$$

$$I_t = I_d \cdot k_{d,t} = 3400 \cdot 0,93 \doteq \mathbf{3162 \text{ [voz/den]}}$$

Motocykly:

$$p_i^t = 93,9 \text{ [%]}$$

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{p_i^t} = \frac{100}{93,9} \doteq 1,07 \text{ [-]}$$

$$I_t = I_d \cdot k_{d,t} = 22 \cdot 1,07 \doteq \mathbf{24 \text{ [voz/den]}}$$

Nákladní automobily:

$$p_i^t = 126,2 \text{ [%]}$$

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{p_i^t} = \frac{100}{126,2} \doteq 0,79 \text{ [-]}$$

$$I_t = I_d \cdot k_{d,t} = 368 \cdot 0,79 \doteq \mathbf{291 \text{ [voz/den]}}$$

Autobusy:

$$p_i^t = 118,8 \text{ [\%]}$$

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{p_i^t} = \frac{100}{118,8} \doteq 0,84 \text{ [-]}$$

$$I_t = I_d \cdot k_{d,t} = 77 \cdot 0,84 \doteq \mathbf{65 \text{ [voz/den]}}$$

Nákladní soupravy:

$$p_i^t = 128,4 \text{ [\%]}$$

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{p_i^t} = \frac{100}{128,4} \doteq 0,78 \text{ [-]}$$

$$I_t = I_d \cdot k_{d,t} = 22 \cdot 0,78 \doteq \mathbf{17 \text{ [voz/den]}}$$

Přepočet na roční průměr denních intenzit dopravy

Osobní automobily:

$$p_i^r = 95,2 \text{ [\%]}$$

$$k_{t,RPDI} = \frac{100\%}{p_i^r} = \frac{100}{95,2} \doteq 1,05 \text{ [-]}$$

$$RPDI_O = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 3162 \cdot 1,05 = \mathbf{3320 \text{ [voz/den]}}$$

Motocykly:

$$p_i^r = 26,3 \text{ [\%]}$$

$$k_{t,RPDI} = \frac{100\%}{p_i^r} = \frac{100}{26,3} \doteq 3,80 \text{ [-]}$$

$$RPDI_M = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 24 \cdot 3,80 = \mathbf{91 \text{ [voz/den]}}$$

Nákladní soupravy:

$$p_i^r = 102,6 \text{ [\%]}$$

$$k_{t,RPDI} = \frac{100\%}{p_i^r} = \frac{100}{102,6} \doteq 0,98 \text{ [-]}$$

$$RPDI_N = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 291 \cdot 0,98 = \mathbf{285 \text{ [voz/den]}}$$

Autobusy:

$$p_i^r = 96,2 \text{ [\%]}$$

$$k_{t,RPDI} = \frac{100\%}{p_i^r} = \frac{100}{96,2} \doteq 1,04 \text{ [-]}$$

$$RPDI_A = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 65 \cdot 1,04 = \mathbf{68 \text{ [voz/den]}}$$

Nákladní soupravy:

$$p_i^r = 98,8 \text{ [\%]}$$

$$k_{t,RPDI} = \frac{100\%}{p_i^r} = \frac{100}{98,8} \doteq 1,01 \text{ [-]}$$

$$RPDI_K = I_t \cdot k_{t,RPDI} = 17 \cdot 1,01 = \mathbf{17 \text{ [voz/den]}}$$

Výsledná hodnota ročního průměru denních intenzit:

$$RPDI = \sum RPDI_x = O + M + N + A + K = 3320 + 91 + 285 + 68 + 17 = \mathbf{3781 \text{ [voz/den]}}$$

2 - Úroveň kvality dopravy

Tabulka I – Přepočet dopravních proudů

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla	Nákladní vozidla, autobusy	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Průměrné a stykové	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0

Tabulka II – Doporučené přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu [9]

Dopravní proud	Osobní vozidla [voz/h]	Nákladní vozidla [voz/h]	Autobusy [voz/h]	Nákladní soupravy [voz/h]	Motocykly [voz/h]	Vozidel celkem [voz/h]	Zohledněná skladba [pvoz/h]
1							
2	15	4	1	0	0	20	23
3	38	2	1	0	0	41	43
4	32	4	2	0	0	38	41
5							
6	74	4	0	1	1	80	83
7	103	8	1	0	1	113	118
8	33	2	1	0	1	37	39
9							

Tabulka III – Součet intenzit nadřazených dopravních proudů na stykové křižovatce [9]

Podřazený proud	Číslo	Součet intenzit nadřazených dopravních proudů [voz/h]
Levé odbočení z hlavní	4	$I_7 + I_8$
Pravé odbočení z vedlejší	3	$I_7 + I_8 \cdot 0,5$
Přímý průjezd z vedlejší	2	$I_7 + I_8 \cdot 0,5 + I_6 + I_4$

Tabulka IV – Střední hodnoty kritických časových odstupů t_g [9]

Druh dopravního proudu	Číslo dopravního proudu	Funkce t_g v závislosti na rychlosti jízdy na hlavní komunikaci $v_{85\%}$ [km/h] – v [s]
Levé odbočení z hlavní	4	$t_g = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%}$
Pravé odbočení z vedlejší	3	$t_g = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%}$
Přímý průjezd z vedlejší	2	$t_g = 4,4 + 0,036 \cdot v_{85\%}$

Tabulka V – Návrh středních hodnot následného časového odstupu t_f [9]

Druh dopravního proudu	Číslo dopravního proudu	t_f [s]
		P6
Levé odbočení z hlavní	4	2,6
Pravé odbočení z vedlejší	3	3,7
Přímý průjezd z vedlejší	2	3,9

Základní kapacita:

$$G_8 = 1800 \text{ [pvoz/h]}$$

$$G_7 = 1800 \text{ [pvoz/h]}$$

$$G_6 = 1800 \text{ [pvoz/h]}$$

$$G_4 = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} (t_g - \frac{t_f}{2})} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{150}{3600} (5,3 - \frac{2,6}{2})} \doteq 1172 \text{ [pvoz/h]}$$

$$G_3 = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} (t_g - \frac{t_f}{2})} = \frac{3600}{3,7} \cdot e^{-\frac{132}{3600} (6,2 - \frac{3,7}{2})} \doteq 829 \text{ [pvoz/h]}$$

$$G_2 = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} (t_g - \frac{t_f}{2})} = \frac{3600}{3,9} \cdot e^{-\frac{250}{3600} (7,6 - \frac{3,9}{2})} \doteq 623 \text{ [pvoz/h]}$$

Pravděpodobnost nevzdutí:

$$p_{0,4} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - a_v = 1 - \frac{I_n}{C_n} \\ 0 \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} 1 - \frac{I_4}{C_4} \\ 0 \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} 1 - \frac{41}{1172} \\ 0 \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} 0,965 \\ 0 \end{matrix} \right\} = 0,965 \text{ [-]}$$

Kapacita:

$$C_2 = G_2 \cdot p_{0,4} = 623 \cdot 0,965 \doteq \mathbf{601 \text{ [pvoz/h]}}$$

$$C_3 = G_3 = \mathbf{829 \text{ [pvoz/h]}}$$

$$C_4 = G_4 = \mathbf{1172 \text{ [pvoz/h]}}$$

$$C_6 = G_6 = \mathbf{1800 \text{ [pvoz/h]}}$$

$$C_7 = G_7 = \mathbf{1800 \text{ [pvoz/h]}}$$

$$C_8 = G_8 = \mathbf{1800 \text{ [pvoz/h]}}$$

Rezerva kapacity

$$Rez_2 = C_2 - I_2 = 601 - 23 = \mathbf{578 \text{ [pvoz/h]}}$$

$$Rez_3 = C_3 - I_3 = 829 - 43 = \mathbf{786 \text{ [pvoz/h]}}$$

$$Rez_4 = C_4 - I_4 = 1172 - 41 = \mathbf{1131 \text{ [pvoz/h]}}$$

$$Rez_6 = C_6 - I_6 = 1800 - 83 = \mathbf{1717 \text{ [pvoz/h]}}$$

$$Rez_7 = C_7 - I_7 = 1800 - 118 = \mathbf{1682 \text{ [pvoz/h]}}$$

$$Rez_8 = C_8 - I_8 = 1800 - 39 = \mathbf{1761 \text{ [pvoz/h]}}$$

$$Rez_2 = \left(1 - \frac{I_2}{C_2}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{23}{601}\right) \cdot 100 \doteq \mathbf{96,2 \text{ [\%]}}$$

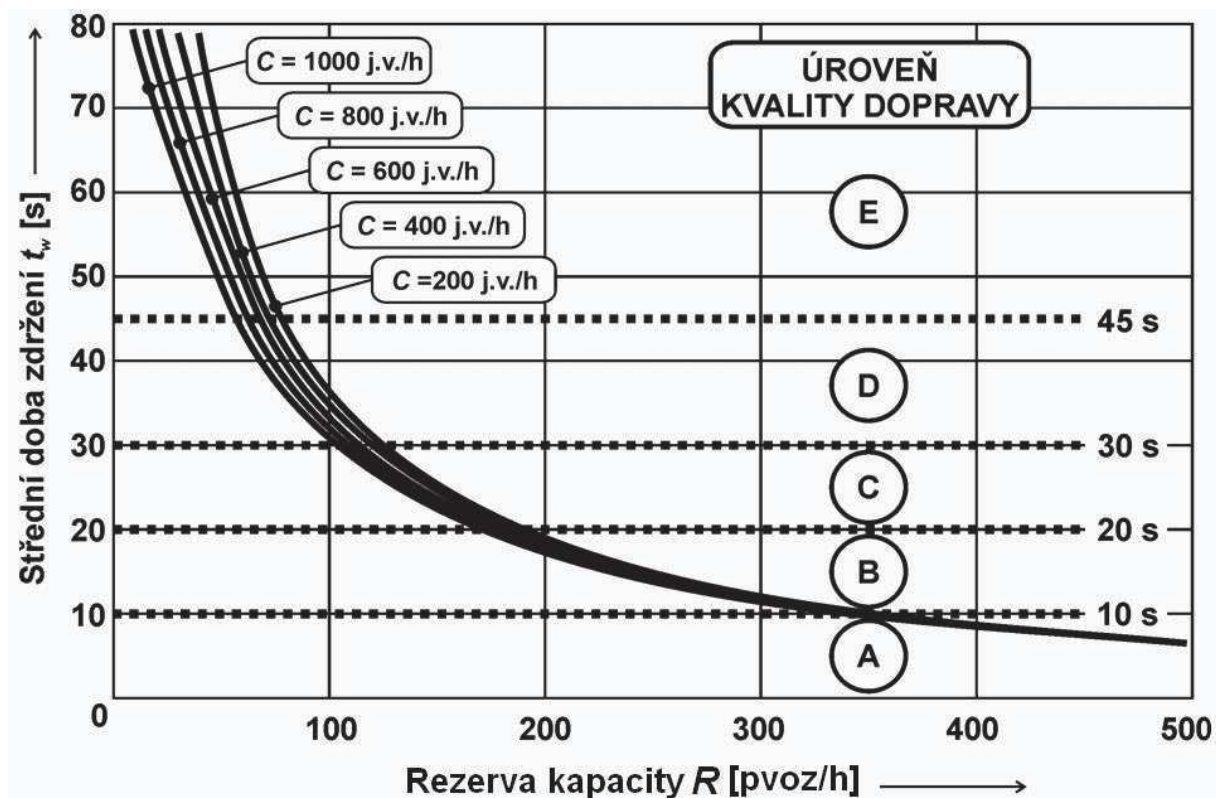
$$Rez_3 = \left(1 - \frac{I_3}{C_3}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{43}{829}\right) \cdot 100 \doteq \mathbf{94,8 \text{ [\%]}}$$

$$Rez_4 = \left(1 - \frac{I_4}{C_4}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{41}{1172}\right) \cdot 100 \doteq \mathbf{96,5 \text{ [\%]}}$$

$$Rez_6 = \left(1 - \frac{I_6}{C_6}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{83}{1800}\right) \cdot 100 \doteq \mathbf{95,4 \text{ [\%]}}$$

$$Rez_7 = \left(1 - \frac{I_7}{C_7}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{118}{1800}\right) \cdot 100 \doteq \mathbf{93,4 \text{ [\%]}}$$

$$Rez_8 = \left(1 - \frac{I_8}{C_8}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{39}{1800}\right) \cdot 100 \doteq \mathbf{97,8 \text{ [\%]}}$$

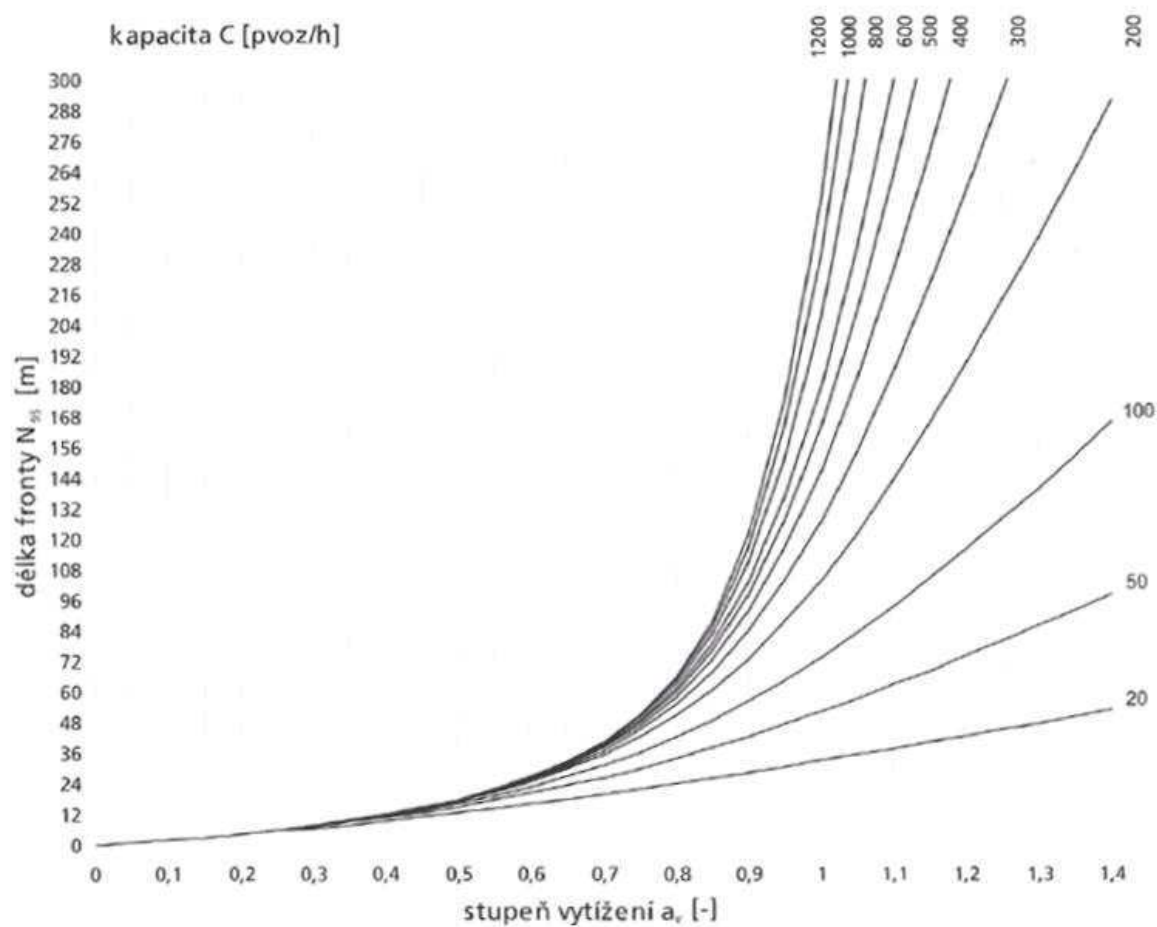


Obrázek I - Graf vztahu střední doby zdržení a její rezervě [9]

Tabulka VI - Limitní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu do neřízené křižovatky [10]

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení v sekundách
Označení	Charakteristika doby zdržení	
A	Doba zdržení je velmi malá	≤ 10
B	Zdržení ještě bez front	≤ 20
C	Ojedinělé krátké fronty	≤ 30
D	Stabilní stav s vysokými ztrátami	≤ 45
E	Nestabilní stav	> 45
F	Překročená kapacita	— ¹⁾

1) UKD na stupni F je dosaženo při hodnotě stupně vytížení $a_v > 1$



Obrázek II - Délka fronty v závislosti na stupni vytížení a_v [9]

Stupně vytížení dopravních proudů:

$$a_{v2} = \frac{I_2}{C_2} = \frac{23}{601} \doteq \mathbf{0,04} [-]$$

$$a_{v3} = \frac{I_3}{C_3} = \frac{43}{829} \doteq \mathbf{0,05} [-]$$

$$a_{v4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{41}{1172} \doteq \mathbf{0,04} [-]$$

$$a_{v6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{83}{1800} \doteq \mathbf{0,05} [-]$$

$$a_{v7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{118}{1800} \doteq \mathbf{0,07} [-]$$

$$a_{v8} = \frac{I_8}{C_8} = \frac{39}{1800} \doteq \mathbf{0,02} [-]$$

Tabulka VII - Souhrn výsledků kapacitního výpočtu pro současné uspořádání

Dopravní proud	I_H [voz/h]	t_g [s]	t_f [s]	G_n [pvoz/h]	C_n [pvoz/h]	Rez [%]	t_w [s]	UKD	$N_{95\%}$ [m]
2	250	7,6	3,9	623	601	96,2	< 7	A	< 1,0
3	132	6,2	3,7	829	829	94,8	< 7	A	< 1,0
4	150	5,3	3,9	1172	1172	96,5	< 7	A	< 1,0
6	-	-		1800	1800	95,4	< 7	A	< 1,0
7	-	-		1800	1800	93,4	< 7	A	< 1,0
8	-	-		1800	1800	97,8	< 7	A	< 1,0

3 - Výhledová intenzita dopravy pro rok 2038

Tabulka VIII - Typy komunikací pro prognózu intenzit dopravy

Typ komunikace	Kategorie a třída pozemní komunikace
D	dálnice, rychlostní silnice
I	silnice I. třídy (mimo rychlostní)
II+III	silnice II. třídy, silnice III. třídy

Určení jednotlivých koeficientů

Koeficienty vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok:

Lehká vozidla: $k_{vi} = 1,59$ [-]

Těžká vozidla: $k_{vi} = 1,05$ [-]

Koeficienty vývoje intenzit dopravy pro výchozí rok:

Lehká vozidla: $k_{oi} = 1,17$ [-]

Těžká vozidla: $k_{oi} = 1,01$ [-]

Koeficient prognózy intenzit dopravy pro lehká vozidla:

$$k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{oi}} = \frac{1,59}{1,17} \doteq \mathbf{1,36 [-]}$$

Koeficient prognózy intenzit dopravy pro těžká vozidla:

$$k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{oi}} = \frac{1,05}{1,01} \doteq \mathbf{1,04 [-]}$$

Výpočet výhledové intenzity dopravy špičkové hodiny

$$L = M + O = 3 + 312 = \mathbf{315 [voz/h]}$$

$$T = N + A + K = 24 + 6 + 1 = \mathbf{31 [voz/h]}$$

Výhledová špičková intenzita dopravy pro lehká vozidla:

$$I_{vi} = I_{oi} \cdot k_{pi} = 315 \cdot 1,36 \doteq \mathbf{429 [voz/h]}$$

Výhledová špičková intenzita dopravy pro těžká vozidla:

$$I_{vi} = I_{oi} \cdot k_{pi} = 31 \cdot 1,04 \doteq \mathbf{33 [voz/h]}$$

Celková výhledová špičková intenzita dopravy:

$$I_v = \sum_{i=L,T} I_{vi} = 429 + 33 = \mathbf{462 [voz/h]}$$

Výpočet výhledové denní intenzity dopravy

$$L = M + O = 3320 + 91 = \mathbf{3411 \text{ [voz/den]}}$$

$$T = N + A + K = 285 + 68 + 17 = \mathbf{370 \text{ [voz/h]}}$$

Výhledová intenzita dopravy pro lehká vozidla:

$$I_{vi} = I_{0i} \cdot k_{pi} = 3411 \cdot 1,36 \doteq \mathbf{4639 \text{ [voz/den]}}$$

Výhledová intenzita dopravy pro těžká vozidla:

$$I_{vi} = I_{0i} \cdot k_{pi} = 370 \cdot 1,04 \doteq \mathbf{385 \text{ [voz/den]}}$$

Celková výhledová intenzita dopravy:

$$I_v = \sum_{i=L,T} I_{vi} = 4639 + 385 = \mathbf{5024 \text{ [voz/den]}}$$